

BP 24

Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta,
Ústav geochemie, mineralogie a nerostných zdrojů

Výzkum supergenní mineralizace uranového ložiska Medvědín, Krkonoše, ČR

Bakalářská práce



vypracoval: Jakub Plášil

školitel: Mgr. Viktor Goliáš, Ph. D.

Mgr. Jiří Sejkora, Ph. D.

Praha 2007

Prohlašuji, že jsem předkládanou bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením svých školitelů a všechny použité zdroje řádně citoval.

V Praze dne 3. září 2007


Jakub Plášil

Abstrakt

Předkládaná bakalářská práce shrnuje poznatky a výsledky výzkumu supergenní mineralizace uranového ložiska Medvědin (Krkonoše, ČR). Oxidační zóna ložiska Medvědin je velmi silně vyvinuta, v době těžby byly supergenní minerály nalézány prakticky na všech otevřených horizontech. Zkoumaná asociace supergenních minerálů, pocházejících zejména z úrovně štoly č. 1, je představována zejména fosfáty a silikáty uranylu, přičemž jsou zde velmi hojně zastoupeny fáze obsahující Pb (z části pravděpodobně radiogenní). Mezi nejzastoupenější fáze patří minerály skupiny tzv. „uranových slíd“ (torbernit, autunit, saléit), které jsou doprovázeny Pb(\pm U) fosfáty (dewindtit, fosfuranylit, parsonsit, pyromorfit) a silikáty U (kasolit, uranofán). V rámci této asociace byla zjištěny hojné výskyty fází obsahujících (REE) (churchit-(Y), agardit-(Y), nový nepojmenovaný hydratovaný fosfát Pb a Ce). Zjištěná asociace Bi mineralizace ze 3. p. ložiska, představovaná alteračními lemy bismitu, bismutitu a eulytinu, které zatlačují primární ryzí bismut, může být produkt pozdně hydrotermální aktivity (za působení ascendentních i chladných descendentních roztoků) a alterace primární Bi mineralizace. Supergenní uranylové minerály představují produkty *in-situ* zvětrávání primární mineralizace. Zdroj vzácných zemin lze spatřovat v okolních metasedimentárních horninách velkoupské skupiny.

Minerální fáze byly podrobeny studiu na elektronovém mikroanalyzátoru a RTG práškové difrakci. Získané výsledky doplňují poznatky zejména o široké skupině minerálů uranylu.

Poděkování

Velmi děkuji za pomoc a cenné rady při pořizování a zpracovávání dat z výzkumu zejména školitelům Mgr. Viktoru Goliášovi, Ph.D. a Mgr. Jiřímu Sejkorovi, Ph.D. Dále neméně měrou za ochotu, přečtení celého rukopisu a cenné rady Ing. Jiřímu Čejkovi, DrSc. Velmi rád bych poděkoval Mgr. Radku Škodovi za provedení chemických mikroanalýz, Mgr. Martinu Mazuchovi, Ph.D. za pomoc při práci na elektronovém rastrovacím mikroskopu a Mgr. Radku Procházkovi za ED analytiku. Rád bych dále vyjádřil poděkování prof. p.g. Milanu Riederovi, Ph.D. za pomoc při transformacích prostorových grup, Mgr. Františku Laufkovi za konzultace v oblasti strukturní krystalografie, poděkování též patří doc. RNDr. Emilu Jelínkovi, CSc. a RNDr. Ivanu Němcovi, Ph.D. Za pomoc při terénních pracích či zapůjčení vzorků patří neméně dík Pavlu Škáchovi, Vladislavu Pravdovi, Dr. Ing. Michalu Hušákovi a Bohuslavu Burešovi. A také všem, kteří to se mnou vydrželi.

Obsah

GEOGRAFICKÁ SITUACE, HISTORIE TĚŽBY LOŽISKA	1
GEOLOGICKÁ SITUACE, PŘEHLED DOSAVADNÍCH VÝZKUMŮ	3
METODIKA VÝZKUMU	5
ZJIŠTĚNÉ MINERÁLNÍ FÁZE	6
Agardit-(Y)	6
Autunit/Metaautunit	12
Bismit	14
Bismutit	16
Dewindtit	16
Eulytin	24
Fosfuranylit	26
Churchit-(Y)	34
Kasolit	37
Metaautunit (viz autunit)	40
Metatorbernit (viz torbernit)	40
Nepojmenovaná fáze $Pb(Ce,REE)_3(PO_4)_3(OH)_2 \cdot n H_2O$	40
Parsonsit	42
Plumbogummit	47
Pseudomalachit	49
Pyromorfit	51
Saléit	54
Torbernit/Metatorbernit	60
Metatorbernit vykazující fluorescenci v krátkovlnném UV záření	64
Uranofán	66
ZÁVĚR	68
LITERATURA	69

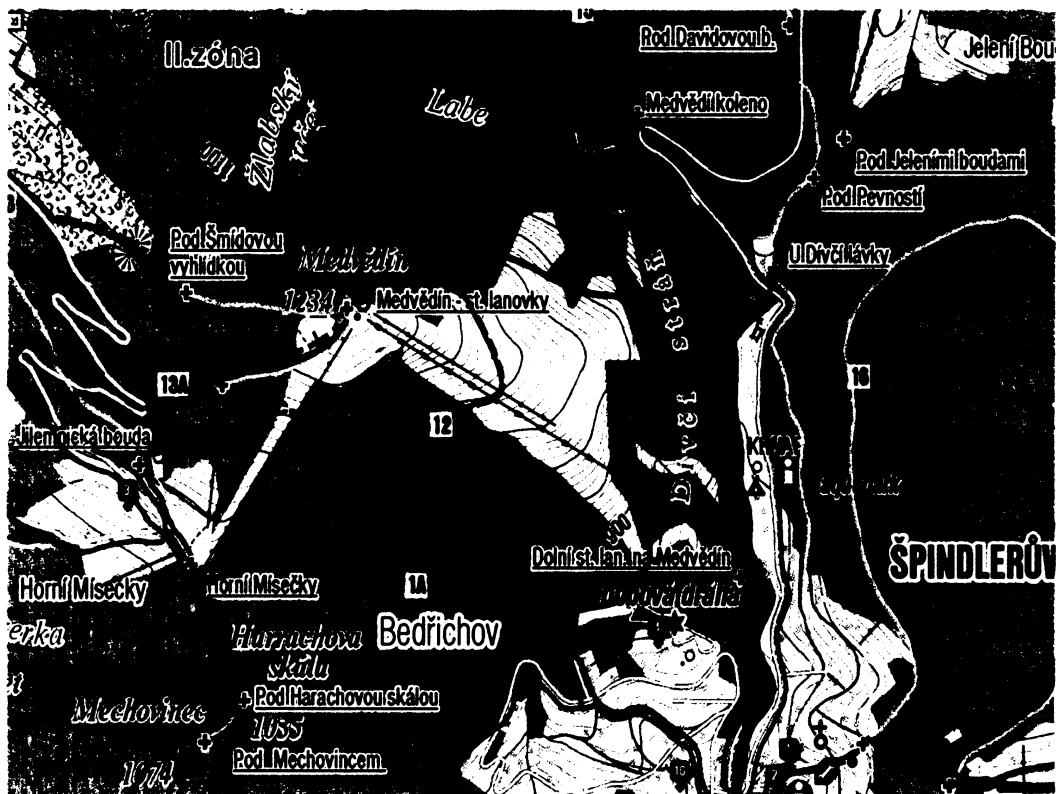
Geografická situace, historie těžby ložiska

Ložisko Medvědín, označované také někdy jako Horní Mísečky, se nachází u stejnojmenné osady v Krkonoších zhruba 2.5 km severozápadně od Špindlerova Mlýna v nadmořské výšce 1000 až 1200 m. n. m. (oblast kóty Medvědín, 1235 m.n.m.) (obr. 1).

Ložisko bylo objeveno v roce 1952 pěším gama průzkumem v měřítku 1:5000. Radiometricky zjištěné anomálie byly vázány na výchozové partie severozápadních struktur (Veselý 1982). Ty byly nejprve ověřeny při povrchu rýhami, v nichž byly lokálně zjištěny akumulace blíže nespecifikovaných uranových slídků v alterovaných zónách, jejichž mocnost dosahovala desítek cm (ústní sdělení - V. Goliáš). Pro další ověření vývoje byla vyražena štola č. 1, která žilný systém nafárala 40-80 m pod povrchem (obr. 3). V témže roce byla zahájena ražba štoly č. 2, která perspektivní žíly prověřovala o 50 m níže. Ražba štol byla vedena ve směru severovýchod- jihozápad, kolmo na předpokládané rudní struktury. Po ukončení průzkumných a razících prací na štole č. 2 bylo ložisko v květnu 1952 předáno těžebnímu podniku Jáchymovských dolů se sídlem v Trutnově. Po zahájení těžby na štolových horizontech byl JD vyražen hlavní těžební horizont - štola č. 3 a následně vyhloubena jáma č. 6. Těmito pracemi bylo ložisko otevřeno na třetím, čtvrtém a pátém patře. Vzhledem k nepřesvědčivým výsledkům průzkumu na čtvrtém patře, kde se objevovalo stále více žil granitů a aplitů, nebylo pokračováno v otvírce pátého patra (Veselý 1982).

Na ložisku bylo vyraženo kolem 11 000 metrů překopů a sledných chodeb a sledováno 20 žil, z toho na šesti bylo zastiženo zrudnění průmyslově těžitelné. Bylo prověřeno přes 27 000 m² žilné plochy a zásoby ložiska z roku 1954 byly ověřeny na třetinu. Práce na ložisku Medvědín byly zastaveny v roce 1959 (Veselý 1982). Vytěženými 24,5 t uranu je ložisko Medvědín největším uranovým ložiskem české části krkonoško-jizerského masivu (Pluskal 1993) a je také největším důlním komplexem české části Krkonoš.

V současné době jsou pozůstatky těžby ve velké míře aplanovány. Nejrozsáhlejšími pozůstatky po těžbě jsou zbytky hald (obr. 2), situované v Labském dole podél Medvědínského potoka (též Labská ručej). Zde se také nacházejí zavalená ústí štoly č. 1 a štoly č. 2, která byla ražena z Labského dolu a oproti štole č. 1 a 3 nevychází na Horních Mísečkách na povrch, dále štoly č. 3 a zlikvidovaná ohlubeň jámy č. 6. V části přilehlé ku Horním Mísečkám jsou zachovány některé původní správní budovy, částečně přeměněné a využívané k rekreačním účelům. Ústí štoly č. 1 je zneprístupněno a halda rozvezená, ústí štoly č. 3 je upravené a zabezpečené, neboť bývalo využíváno k vodárenským účelům.



Obr. 1. Mapa s přibližnou situací důlních děl na ložisku Medvědíň



Obr. 2. Odval štoly č. 1 v Labském dole (stav v roce 2006, pohled od V). Foto B. Bureš

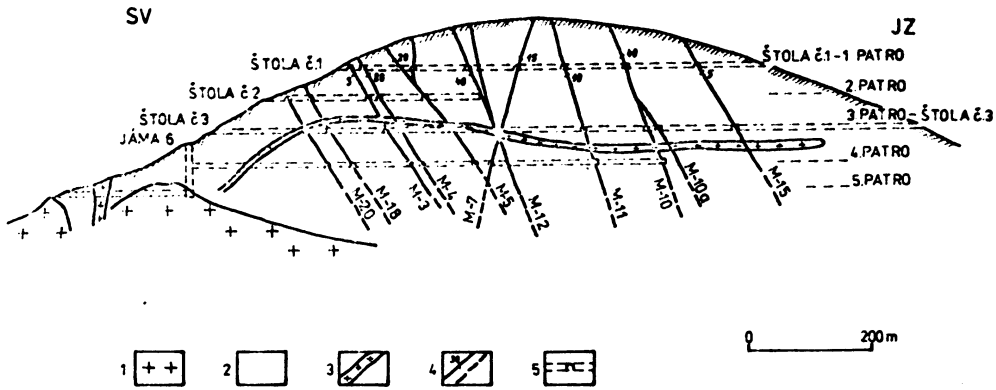
Geologická situace, přehled dosavadních výzkumů

Ložisko je situováno v přímém jižním exokontaktu krkonoško-jizerského masívu v horninách svrchně proterozoických. Komplex metamorfovaných hornin je tvořen metapelitickými horninami velkoúpské skupiny. Horniny byly zvrásněny do izoklinálních vrás se směrem vrásových os 285° a s úklonem vrás k severu. Při variském vrásnění a výstupu krkonoško-jizerského masívu bylo krystalinikum kontaktně metamorfováno a metapelite byly přeměněny na biotitické rohovce s cordieritem a plodové břidlice. Celková šířka pásma kontaktně-metamorfovaných hornin je okolo 1.5 km. Krkonoško-jizerský masív je tvořený porfyrickým biotitickým granodioritem. Kontakt granodioritů probíhá ve směru 285° - 300° s úklonem 40° - 70° k jihu (Veselý 1982). Disjunktivní tektoniku na ložisku lze rozdělit do tří systémů. Základním systémem jsou dislokace směru severozápadního, představované například harrachovským zlomem. Druhým systémem jsou dislokace submeridionálního směru až směru severovýchodního a třetím systémem dislokace směru východ- západ (Veselý 1982). Hornickými pracemi v průzkumné etapě byly na ložisku ověřeny tři systémy žil a puklin: směru 300° - 345° s úklonem 60° - 80° k jihozápadu, žíly směru 20° - 45° s úklonem k severozápadu a žíly směru 80° - 85° k severu (Veselý 1982).

Největší význam z hlediska uranové mineralizace měly žíly severozápadního směru. Mezi ně patřily žíly M 3, M 4, M 5, M 11, M 12 a M 18, jejichž mocnost kolísala od 2 do 20 cm, výjimečně až 80 cm. Jejich výplň sestávala z tektonického jílu a křemene třech generací (bílý, šedý, hřebenitý). Z rudních minerálů byly zastoupeny chalkopyrit, hematit, pyrit, arsenopyrit a supergenní minerály Cu, Fe a Mn. Uranové zrudnění bylo tvořeno reliktury uraninitu a supergenními minerály uranu, jmenovitě torbernit, autunitem a „gumitem“ (Veselý 1982). Severovýchodní žíly byly obdobného charakteru, obsahovaly však větší množství tektonického jílu a méně křemene. Z těchto žil byly zkoumány žíly M 16 a M 17. Jejich mocnost kolísala od 2 do 50 cm. Ze systému východozápadních disjunktivních struktur byla zkoumána žíla M 7. Bylo zjištěno, že tento systém je mladší a dislokuje struktury severozápadního směru s amplitudou do dvou metrů (Veselý 1982). Nejvýznamnější žilou na ložisku byla žíla M 18 (směr 330° - 335° , úklon 60° - 75° k jihozápadu), která poskytla přes 50% produkce ložiska. Hornickými pracemi byla otevřena od povrchu do čtvrtého patra. V místech, kde nesla zrudnění, dosahovala mocnosti až 1 m. Na základě poznatků ze žíly M 18 bylo konstatováno (Strukov 1958), že na lokalizaci uranového zrudnění mohl mít příznivý vliv stupeň prokřemenění, případně přítomnost aplitických žil. Příhodná pro zrudnění byla i místa křížení severozápadních žil se žilami severovýchodními, kdy, v některých případech, přecházelo zrudnění i na žíly severovýchodní. Na žíle M 7 (mladší dislokující žíla) bylo tak zrudnění ověřeno do vzdálenosti 6 m od styku se starším žilným systémem (Veselý 1982).

Všechny dosud známé údaje o ložiskové situaci a mineralizaci shrnuje ve své práci Veselý (1982), který čerpá zejména ze závěrečné zprávy Strukova (1958). Mineralogii ložiska se zabývali nověji jen Pauliš et al. (2005), kteří popisují z medvědínských hald

uranofán, a Plášil et al. (2006), který podává zprávu o výzkumu (REE)- supergenních minerálů.



Obr. 9. Schematický řez ložiskem Medvědíň, projekce na vertikální rovinu /podle Vávry R. in Strukov N.G. 1958, upraveno a doplněno/.
 Vysvětlivky: 1 - granodiority, 2 - metamorfované horniny, 3 - aplity,
 4 - žíly ověřené s vyznačením mocnosti v cm a žíly předpokládané,
 5 - důlní díla.

Obr. 3. Schematický řez ložiskem Medvědíň (in Veselý 1982)

Metodika výzkumu

Jednotlivé vzorky určené na výzkum byly prohlédnuty pod binokulárním mikroskopem a následně byly separovány jednotlivé minerální fáze. Pro identifikaci vzorků byla využita RTG prášková difrakční analýza. Vzorky byly naneseny v suspenzi etanolu, či acetonu, z důvodu minimalizace pozadí, na nosiče, vyrobené z monokrystalu křemíku. Práškové difrakční záznamy jednotlivých fází byly pořízeny na následujících difraktografech: 1) HZG4-AREM/Seifert (RTG laboratoř mineral.-petrolog. odd. Národního Muzea, operátor J. Sejkora) se zdrojem záření CuK α při použití napětí 50 kV a 40 mA. 2) PANalytical X'Pert Pro se sekundárním monochromátorem, poskytujícím záření CuK $\alpha_{1,2}$, a detektorem X'Celerator (Laboratoř RTG difrakce ÚGMNZ PŘF UK Praha, operátor J. Plášil) při použití napětí 40 kV a proudu 30 mA.

Pro identifikaci fází byly využity vyhledávací algoritmy programů ZDS a High-Score za použití databáze PDF-2 (ICDD 2002). Pozice jednotlivých difrakčních maxim a integrální intenzity difrakcí byly vypřesněny pomocí profilové funkce Pearson VII programem Xfit (Coelho a Cheary 1997). Integrální intenzity jednotlivých maxim byly normalizovány na nejsilnější difrakční maximum (relativní intenzity maxim), nebo byly použity relativní intenzity získané programem High-Score. Difrakční záznamy byly indexovány pomocí teoretických dat vypočtených pomocí programu Powder Cell a Lazy Pulverix (Yvon et al. 1976) z vyřešených krystalových struktur jednotlivých fází. Mřížkové parametry byly vypřesněny metodou nejmenších čtverců programem Burnhama (1962). Podmínky difrakčních experimentů jsou uvedeny v tabulce difrakčních záznamů u každé minerální fáze.

Kvalitativní chemické složení bylo studováno za použití elektronového mikroskopu CamScan4 s energiově disperzním analyzátozem LinkISIS 300 (Laboratoř elektronové mikroanalýzy ÚPSG PŘF UK, operátor R. Procházka), analyzován byl povrch neleštěných morfologických vzorků. Morfologie fází byla studována za použití elektronového scanovacího mikroskopu Jeol JSM-6380 (ÚGP PŘF UK, operátor M. Mazuch), vzorky byly pokoveny Au, pomocí scanovacího mikroskopu byly pořízeny mikrofotografie v SEM. Kvantitativní chemické složení minerálních fází bylo studováno v nábrusech pomocí elektronové mikrosondy Cameca SX 100 (společná laboratoř Masarykovy Univerzity v Brně a České geologické služby, operátoři R. Škoda a J. Sejkora), pracující za použití urychlovacího napětí 15 kV. Pro většinu studovaných fází bylo užito proudu 8-15 nA (při průměru svazku 2-20 μ m), pro studium složení uranových slíd bylo užito nízkého proudu 2 nA a minimální šíře svazku byla 20 μ m, neboť při vyšších proudech se výrazně snižuje věrohodnost obsahů Cu a alkálií (metodika J. Sejkora a R. Škoda). Pro měření bylo použito následujících standardů: K α : V (vanadinit), Ca a Fe (andradit), S (baryt), Mg (forsterit), K, Si and Al (sanidin/titanit), Na (albit), Zn (ZnO), P (fluorapatit), F (fluorapatit), Cl (NaCl); L α : Y (YAG), La (LaB $_6$), Ce (CeAl $_2$), Sm (SmF $_3$), Cu (dioptas), As (InAs); L β : Ba (baryt), Pr (PrF $_3$), Nd (NdF $_3$); M α : Pb (vanadinit), Th (ThO $_2$); M β : U (U), Bi (Bi). Načítací časy na jednotlivých difrakčních maximech (CT) byly 20 s pro hlavní zastoupené prvky a 60 s pro

minoritní prvky načítací čas pozadí činil 1/2 CT. Intensity byly transformovány na koncentrace užitím maticového programu PAP (Pouchou a Pichoir 1985)

Barevné mikrofotografie v dopadajícím světle byly pořízeny J. Sejkorou (NM Praha) pomocí optického mikroskopu Nikon SMZ1500 s digitální kamerou Nikon DXM1200F.

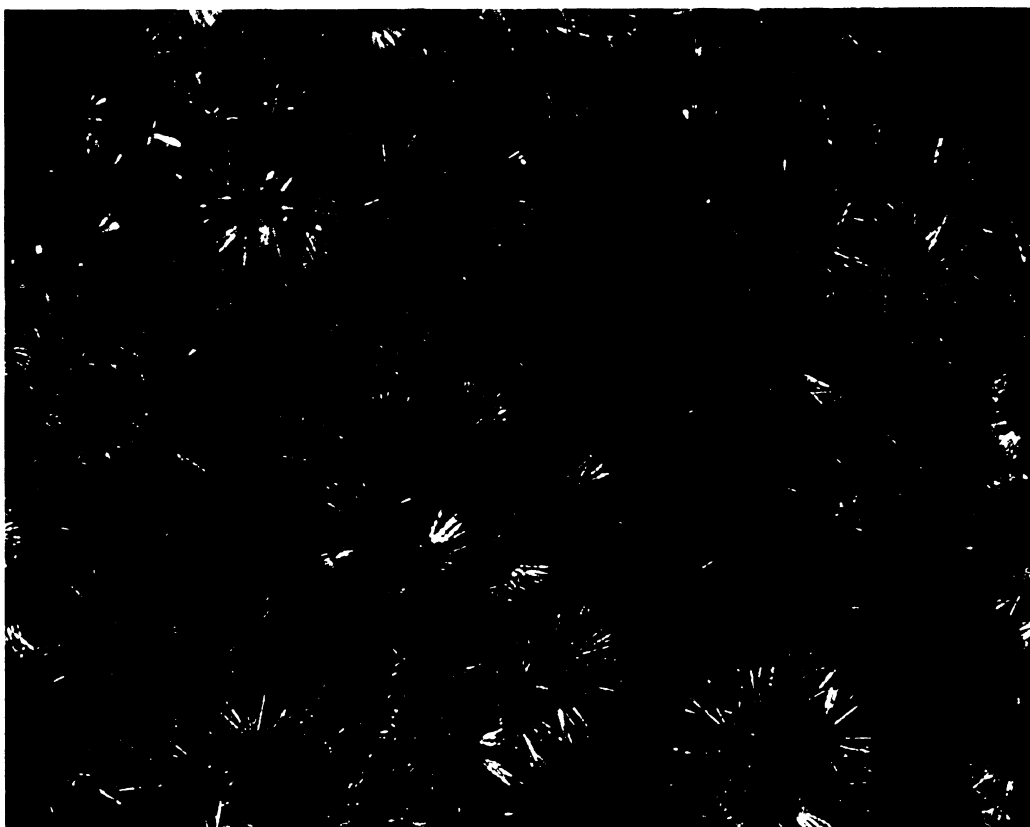
Zjištěné minerální fáze

Agardit-(Y)

Agardit-(Y) z Medvědína (obr. 4) vytváří světle zelené krystalické povlaky na ploše 1.5 x 2 cm, na povrchu s polokulovitými agregáty do 1 mm, složené z radiálně uspořádaných krystalů 0.1 až 0.3 mm dlouhých a jen 3 až 5 μm silných (obr. 5). Krystaly agarditu-(Y) většinou narůstají na starší pseudomalachit, nebo churchit-(Y) v asociaci s metatorbernitem.

Empirický vzorec agarditu-(Y) z ložiska Medvědína byl spočten na základě $\text{As}+\text{P}+\text{Si}=3$ *apfu* z průměru 3 bodových analýz následovně: $(\text{Ca}_{0.23}\text{Pb}_{0.20}\text{Y}_{0.20}\text{Bi}_{0.09}\text{Ce}_{0.07}\text{La}_{0.06}\text{Nd}_{0.05}\text{Fe}_{0.03}\text{Sm}_{0.02}\text{Dy}_{0.02}\text{Gd}_{0.01}\text{Pr}_{0.01}\text{Al}_{0.01})_{\Sigma 1.00}\text{Cu}_{6.40}[(\text{AsO}_4)_{1.95}(\text{PO}_4)_{0.75}(\text{SiO}_4)_{0.30}]_{\Sigma 3.00}(\text{OH})_6 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ (Plášil et al. 2006). Výrazně se uplatňuje substituce agardit-(Y)-petersit (tedy polyedry PO_4 za AsO_4) a také jsou ve zvýšených obsazích přítomny anionty $(\text{SiO}_4)^{4-}$, které mohou nábojově vyvažovat aniontové vrstvy. Díky zvolené ternární projekci (obr. 6) se zdá, že jedna bodová analýza agarditu-(Y) z Medvědína již padá do pole Pb dominantního členu. Je to však způsobeno promítnutím vyšší sumy Pb+Bi, avšak součet obsahů vzácných zemin je vyšší, než součet ostatních kationtů, jedná se tedy o agardit-(Y).

V práškovém difrakčním záznamu (tab. 1) se výrazně projevil důsledek izomorfní substituce As – P, řady agardit-(Y)-petersit zmenšením základní buňky. Obsah petersitové komponenty v analyzovaných agarditech-(Y) je 25% *apfu*. Získané mřížkové parametry velmi dobře korelují s údaji publikovanými pro další členy mixitové série (tab. 2). Vynesený poměr mřížkového parametru c a objemu základní buňky V (obr. 7) dovoluje rozlišit jednotlivé členy mixitové série. Je patrné, že pozice goudeyitu je v rámci mixitové skupiny dosti nejednoznačná.

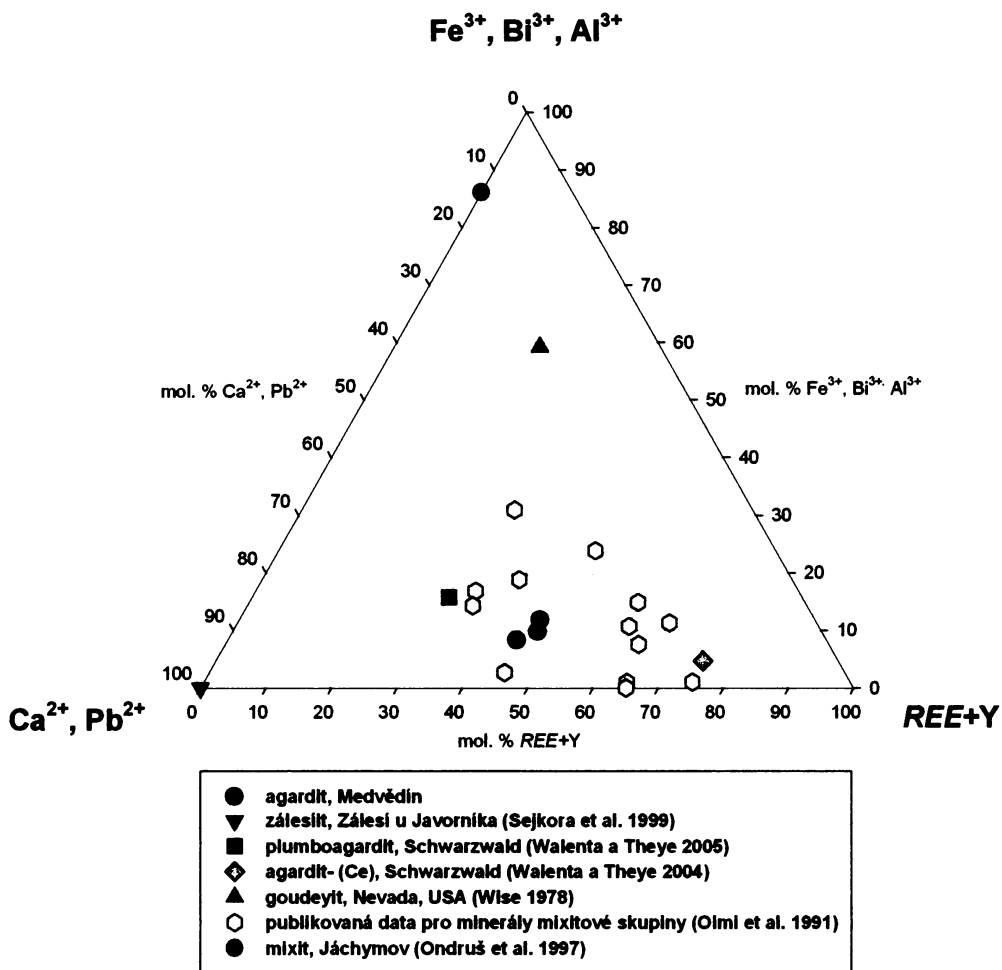


Obr. 4. Jehlicovité krystaly agarditu-(Y) obrůstající středy agregátů tvořené pseudomalachitem v asociaci s churchitem-(Y). Foto J. Sejkora, velikost delší strany obrázku je 3.8 mm



Obr. 5. Dlouze jehlicovité krystaly agarditu-(Y) narůstají na kulovité agregáty pseudomalachitu. Foto J. Sejkora, snímek SE, velikost delší strany obrázku je 197 μm .

Obr. 6. Ternární diagram s pozicí agarditu-(Y) z ložiska Medvědin v systému mixitové skupiny (Plášil et al. 2006)



Tab. 1. Práškový difrakční záznam agarditu-(Y) z Medvědína

d_{obs}	I_{rel}	h	k	l	d_{calc}
11.703	100	1	0	0	11.737
4.433	13	1	2	0	4.4360
3.908	5	3	0	0	3.9122
3.385	3	2	2	0	3.3881
3.254	7	3	1	0	3.2552
2.9329	12	4	0	0	2.9342
2.6921	6	2	3	0	2.6926
2.5612	9	3	2	0	2.5612
2.4495	1	4	1	0	2.4497
		1	2	2	
		2	1	2	
		3	2	1	
2.2181	1	2	4	0	2.2180
		4	2	0	
2.1080	2	5	1	0	2.1080
		1	5	0	
1.9570	1	6	0	0	1.9561
1.9308	1	4	3	0	1.9295

5°-50° 2 Θ , automatická clona 10 mm², integrovaný krok 0.02°/200s, rotovaný vzorek (frekvence = 2 s), profilová funkce Pearson VII

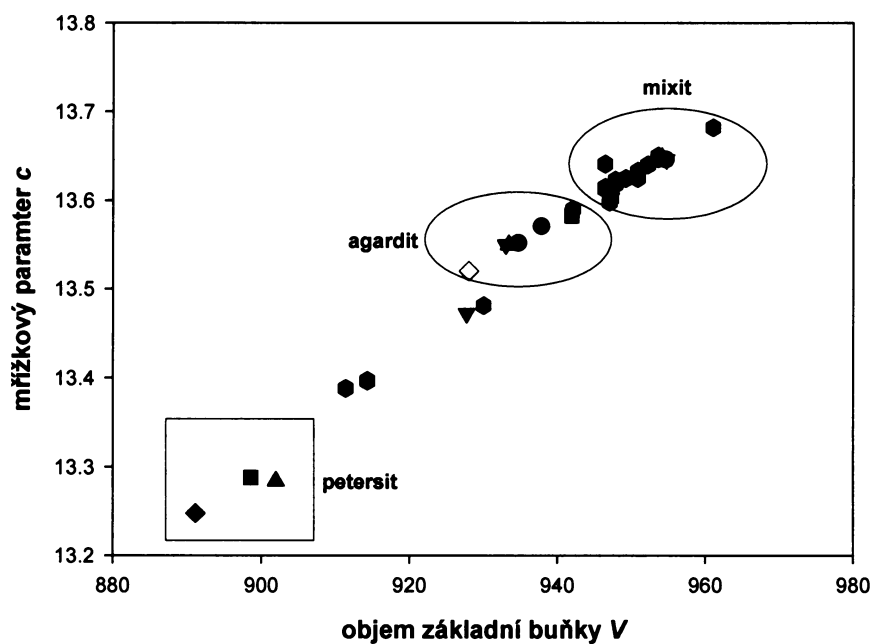
Tab. 2. Mřížkové parametry agarditu-(Y) z Medvědína ve srovnání s ostatními členy mixitové skupiny (pro hexagonální prostorovou grupu $P6_3/m$)

minerál	chemismus	lokalita	literatura	a [Å]	c [Å]	V [Å ³]
agardit-(Y)	T: As>P	Medvědína	tato práce (2007)	13.552(1)	5.877(3)	934.7(4)
agardit-(Y)	A:Y,Ca,H T: As	-	Dietrich et al. (1969)	13.55(5)	5.87(2)	933(10)
Ca-agardit	A: Ca _{0.4} Y _{0.3} ...	synt.	Aruga a Nakai (1985)	13.583	5.895	941.9
agardit-(Y)	-	Jáchymov	Ondruš et al. (1997)	13.52(1)	5.86(1)	928
agardit-(Y)	-	-	PDF 025-0183	13.55	5.87	933.4
agardit-(Ce)	A: Ce T: As A: Ca	-	Walenta a Theye (2004)	13.59(2)	5.89(1)	942.1
zálesiit	T: (AsO ₄) ₂ (AsO ₃ OH)	Zálesí	Sejkora et al. (1999)	13.571(1)	5.880(1)	937.8(2)
mixit	A: Bi,Ca,H T: As	-	Meraiter a Preisinger (1986)	13.646(2)	5.920(1)	954.7
mixit	-	H. Slavkov	Sejkora et al. (2006)	13.605(2)	5.909(1)	947.2
mixit	-	Jáchymov	Sejkora (1992)	13.608(5)	5.904(6)	947(1)
mixit	-	Smrkovec	Sejkora et al. (1997)	13.6482(9)	5.9148(8)	954.1(1)
mixit	-	Cínovec	Sejkora a Šrein (1996)	13.598(6)	5.916(6)	947(1)
mixit	-	-	PDF 085-1729	13.646	5.920	954.6
goudeyit	A: Al;T:As	-	Wise (1978)	13.472(1)	5.902(4)	927.7

petersit-(Y)	A: Y T: P	Laurel Hill (USA)	Peacor a Dunn (1982)	13.288(5)	5.877(5)	898.6(8)
petersit-(Y)			PDF 044-1433	13.248	5.863	891.15
calciopetersit	A: Ca, Y T: (PO ₃ OH)	Domašov nad Bystřicí	Sejkora et al. (2005)	13.284(4)	5.902(4)	902.0(6)
agardit-(Y)	A: Y, Ca T: As	S. Lucia (Itálie)	Olmi et al. (1991)	13.625	5.906	950.8
agardit-(Ce)	A: Ce, Ca T: As	S. Lucia (Itálie)	Olmi et al. (1991)	13.622	5.901	947.8
zálesít	A: Ca, Ce T: As	S. Lucia (Itálie)	Olmi et al. (1991)	13.631	5.906	950.8
zálesít-	A: Ca, Ce T: As>>P	S. Lucia (Itálie)	Olmi et al. (1991)	13.615	5.900	946.4
zálesít	A: Ca, Ce T: As>>P	S. Lucia (Itálie)	Olmi et al. (1991)	13.641	5.898	946.4
zálesít	A:Ca, Ce T: As	S. Lucia (Itálie)	Olmi et al. (1991)	13.625	5.903	949.2
zálesít	A: Ca, Ce, Bi, Pb T: As>>P	M. Cidro (Itálie)	Olmi et al. (1991)	13.650	5.915	953.6
agardit-(Y)	A: Y, Al, Ca T: As>>P	M. Cidro (Itálie)	Olmi et al. (1991)	13.647	5.912	953.6
agardit-(Ce)	A: Ce, Bi, Al, Pb, Ca T: As	M. Cidro (Itálie)	Olmi et al. (1991)	13.682	5.930	961.0
agardit-(Y)	A: Y, Ca, Bi, Pb T: As>>P	M. Cidro (Itálie)	Olmi et al. (1991)	13.650	5.915	953.6
zálesít	A: Ca, Y, Bi T: As	M. Cidro (Itálie)	Olmi et al. (1991)	13.613	5.899	946.4
Ca-bohatý petersit	A: Y, Ca T: P>As	S. Duchesa (Itálie)	Olmi et al. (1991)	13.396	5.876	914.3
agardit-(La)	A: La, Pb, Ca T: As>P	S. Duchesa (Itálie)	Olmi et al. (1991)	13.640	5.913	952.2
agardit-(Y)	A: Y, Pb, Ca T: As>P	S. Duchesa (Itálie)	Olmi et al. (1991)	13.618	5.900	947.8
agardit-(Y)	A: Y, Pb T: As>P	S. Duchesa (Itálie)	Olmi et al. (1991)	13.481	5.905	930.0
zálesít	A: Ca, Y T: As>>P	S. Duchesa (Itálie)	Olmi et al. (1991)	13.633	5.906	950.8
agardit-(Y)	A: Y, Ca T: As>P	S. Duchesa (Itálie)	Olmi et al. (1991)	13.623	5.902	947.8
Ca-bohatý petersit	A: Y, Ca T: P>As	S. Duchesa (Itálie)	Olmi et al. (1991)	13.397	5.878	914.3
agardit-(Y)	A: Y, Ca T:As>P	S. Duchesa (Itálie)	Olmi et al. (1991)	13.39	5.87	911.40

obecný vzorec minerálů mixitové skupiny: $\text{AB}_6\text{T}_3\text{OH}_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$; v sloupci chemismus jsou uvedeny vždy prvky v daných krystalochemických pozicích

Obr. 7. Graf závislosti mřížkového parametru a na objemu základní buňky minerálů mixitové skupiny (data viz Tab. X)



- agardit-(Y), Medvědin, tato práce (2007)
- ▼ agardit-(Y), Dietrich et al. (1969)
- Ca bohatý agardit, Aruga a Nakai (1985)
- ◇ agardit-(Y), Ondruš et al. (1997)
- ▲ agardit-(Y), PDF 2 025-0183
- agardit-(Ce), Walenta a Theye (2004)
- zálesit, Sejkora et al. (1999)
- ▼ mixit, Mereiter a Preisinger (1986)
- mixit, Sejkora et al. (2006)
- ◆ mixit, Sejkora (1992)
- ▲ mixit, Sejkora et al. (1997b)
- mixit, Sejkora a Šrein (1996)
- mixit, PDF-2 085-1729
- ▼ goudeyit, Wise (1978)
- petersit, Peacor a Dunn (1982)
- ◆ PDF-2 044-1433
- ▲ calciopetersit, Sejkora et al. (2005)
- data in Olmi et al. (1991)

Autunit/Metaautunit

Autunit velmi rychle v sušším prostředí dehydratuje na metaautunit. Jedná se o částečnou reversibilní dehydrataci, přičemž závisí na teplotě a vlhkosti vzduchu. Dehydratace je spojena s odstraňováním vod z mezivrstev autunitu a interakcím Ca iontů s kyslíkem uranylu ve vrstvách po obou stranách mezivrstevného prostoru (Locock 2003). Týž autor (2003) uvádí pro syntetický autunit obsah 11 H₂O, výsledkem dehydratace syntetického autunitu je podle Sowdera et al. (2000) metafáze obsahem 7 H₂O. Makarov a Ivanov (1960) pro přírodní metaautunit uvádějí 6 vod. Otázkou zůstává, zda výsledkem dehydratace struktury autunitu je jen jediný typ meta-struktury. Pravděpodobně přírodní metaautunity mohou vystupovat v několika hydratačních stupních. Proto zůstává struktura přírodního metaautunitu nejasná.

Autunit i metaautunit je v analyzovaném materiálu zastoupen ne relativně málo. Vytváří tabulkovité krystaly světle zelené barvy do velikosti 3 mm. Autunit v podmínkách nízké relativní vlhkosti vzduchu poměrně rychle dehydratuje, což se okamžitě projevuje jako zmatnění povrchu krystalů. Metaautunit je tedy na rozdíl od autunitu výrazně matnější a neprůhledný. Oba dva minerály vykazují jasně zelenou luminiscenci v krátkovlnném UV záření (254 nm). Nejčastěji se nalézají v asociaci s metatorbernitom a uranofánem v křemenné žilovině (žila M 12), kde tvoří krystaly do 3 mm v dutinkách jemně šedých krystalů křemene až slabě zbarvených záhněd. Místy narůstají společně s dobře vyvinutými krystaly metatorbernitu (do 2.5 mm) na krystalické agregáty churchitu-(Y). Autunit z Medvědína je na rozdíl od torbernitu tvarově chudý, převažuje jen základní tabulkovitý tvar.

Autunity respektive metaautunity z Medvědína mají téměř vždy izomorfní příměs Cu a Mg a podstatná část aniontů (PO₄)³⁻ je zastoupena (AsO₄)³⁻ (izomorfie autunit-uranospinit). Z průměru čtyř bodových analýz (tab. 3) byl vypočten empirický vzorec metaautunitu z Medvědína (na základě P+As+Si=2 *apfu* a obsahu 7 H₂O ze vzorce metaautunitu podle Makarova a Ivanova (1960):

$$(\text{Ca}_{0.72}\text{Cu}_{0.17}\text{Mg}_{0.03}\text{Fe}_{0.02}\text{K}_{0.02}\text{Ba}_{0.01})_{\Sigma 0.97}(\text{UO}_2)_{2.01}[(\text{PO}_4)_{1.85}(\text{AsO}_4)_{0.10}(\text{SiO}_4)_{0.05}]_{\Sigma 2.00} \cdot 6\text{H}_2\text{O}.$$

Práškový difrakční záznam metaautunitu z Medvědína (tab. 4) dobře odpovídá referenčním záznamům v databázi ICDD PDF-2. Práškový záznam byl indexován za použití indexace vycházející z krystalové struktury metatorbernit (Locock a Burns 2003), přičemž pozice Cu byla nahrazena Ca a použity byly mřížkové parametry Makarova a Ivanova (1960). Vypřesněné mřížkové parametry (tab. 5) odpovídají datům uváděným Makarovem a Ivanovem (1960), i když velikost základní buňky je větší, oproti parametrům, uváděným pro metaautunit ze Slavkovic Sejkorou et al. (1997).

Tab. 3. Výsledky chemických analýz metaautunitu z ložiska Medvědin

	1	2	3	4	5
K ₂ O	0.08	0.06	0.00	0.00	0.25
CaO	4.79	4.91	6.33	5.37	2.56
FeO	0.17	0.13	0.04	0.00	0.51
BaO	0.17	0.23	0.08	0.22	0.16
MgO	0.12	0.05	0.00	0.00	0.43
PbO	0.36	0.00	0.00	0.00	1.43
CuO	1.39	1.60	0.03	0.63	3.31
SiO ₂	0.29	0.09	0.13	0.01	0.94
As ₂ O ₅	1.14	1.17	0.12	0.64	2.63
P ₂ O ₅	15.50	16.76	18.37	16.43	10.43
UO ₃	66.91	70.15	71.44	70.86	55.19
H ₂ O	12.56	13.18	13.68	12.8	10.58
total	103.48	108.34	110.23	106.96	88.42
K	0.0166	0.0103	0.0000	0.0000	0.0561
ΣM⁺	0.0166	0.0103	0.0000	0.0000	0.0561
Ca	0.7161	0.7066	0.8582	0.8078	0.4919
Fe	0.0239	0.0144	0.0041	0.0000	0.0771
Ba	0.0099	0.0123	0.0042	0.0120	0.0111
Mg	0.0309	0.0090	0.0000	0.0000	0.1145
Pb	0.0173	0.0000	0.0000	0.0000	0.0693
Cu	0.1701	0.1621	0.0029	0.0664	0.4491
Zn	0.0042	0.0000	0.0131	0.0000	0.0037
ΣM²⁺	0.9724	0.9043	0.8824	0.8861	1.2167
Σ A site	0.9890	0.9146	0.8824	0.8861	1.2728
Si	0.0495	0.0122	0.0164	0.0015	0.1677
As	0.0961	0.0824	0.0081	0.0472	0.2467
P	1.8520	1.9054	1.9674	1.9512	1.5842
V	0.0020	0.0000	0.0081	0.0000	0.0000
S	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0013
Σ T site	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000
U	2.0115	1.9785	1.8987	2.0887	2.0801
H ₂ O	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00

1-průměr 4 bodových analýz

2-5-bodové analýzy metaautunitu

H₂O*-obsah vody dopočten na základě obsahu 6 H₂O z ideálního vzorce přírodního metaautunitu podle Makarova a Ivanova (1960)

analýza J. Sejkora a R. Škoda, výpočet J. Plášil

Tab. 4. Práškový difrakční záznam metaautunitu z Medvědína

d_{obs}	I_{rel}	h	k	l	d_{calc}
8.456	100	0	0	2	8.460
5.376	3	1	0	2	5.381
4.934	1	1	1	0	4.931
4.262	<1	1	1	2	4.260
4.228	11	0	0	4	4.230
3.616	10	1	0	4	3.617
3.493	2	2	0	0	3.487
3.229	2	2	0	2	3.224
2.9305	1	1	2	2	2.9262
		2	1	2	
2.8177	1	0	0	6	2.8201
2.6171	4	1	0	6	2.6144
2.5097	<1	2	1	4	2.5102
2.2022	1	1	3	0	2.2053
		3	1	0	
2.1146	14	0	0	8	2.1151
2.0246	1	1	0	8	2.0240
1.9435	1	1	1	8	1.9438

7°-50° 2 Θ , automatická clona 10 mm², integrovaný krok 0.02°/250s, rotovaný vzorek (frekvence = 2 s), profilová funkce Pearson VII

Tab. 5. Mřížkové parametry metaautunitu z Medvědína ve srovnání s publikovanými daty (pro tetragonální prostorovou grupu P4/n)

	Medvědín, tato práce (2007)	Makarov a Ivanov (1960)	Rýžoviště, Sejkora et al.(1994)	Slavkovice, Sejkora et al. (1997)
a [Å]	6.974(3)	6.96	6.982(5)	6.9684(7)
c [Å]	16.920(6)	16.80	16.93(1)	17.322(2)
V [Å ³]	822.9(7)	813.8	-	841.1(1)

Bismit

Bismit byl zjištěn na vzorku pocházejícím ze štoly č.3, uloženém ve sbírkách Národního muzea v Praze. Bismut na vzorku tvoří součást mastně lesklých agregátů, většinou šedivé, místy i zelenavé barvy, které uzavírají zrna ryzího bismutu v křemenné žilovině. Spolu s bismitem je v těchto agregátech zastoupen i bismutit a eulytin, přičemž bismit je fází nejzastoupenější.

Chemické složení bismitu z ložiska Medvědín, 98.79 hm. % Bi₂O₃, 0.079 hm. % SiO₂, odpovídá empirickému vzorci Bi_{1.99}(SiO₄)_{0.01}O₃.

Práškový difrakční záznam bismitu z Medvědína (tab. 6) velmi dobře odpovídá teoretickým datům Malmrose (1970), vypočtených z krystalové struktury, a získané vypřesněné mřížkové parametry dobře odpovídají datům uváděných v literatuře pro tento minerální druh (tab. 7). Rozdílné intenzity v experimentálním záznamu jsou pravděpodobně způsobeny texturou analyzovaného preparátu.

Tab. 6. Práškový difrakční záznam bismitu z Medvědína

d_{obs}	I_{rel}	h	k	l	d_{calc}	d_{obs}	I_{rel}	h	k	l	d_{calc}
5.284	1	0	1	1	5.278	1.8231	5	1	1	3	1.8241
4.499	2	-1	1	1	4.498	1.8101	1	-2	0	4	1.8106
4.086	3	0	2	0	4.084	1.7787	2	1	4	1	1.7786
3.621	3	-1	0	2	3.621	1.7665	9	2	1	2	1.7669
3.458	9	0	0	2	3.457	1.7597	6	0	3	3	1.7592
3.310	20	-1	1	2	3.311	1.7545	1	-3	1	3	1.7540
3.255	100	-1	2	1	3.255	1.7453	22	-3	2	2	1.7454
3.187	11	0	1	2	3.184	1.7262	13	-2	3	3	1.7268
2.7510	9	-2	1	1	2.7532	1.6744	18	-2	4	1	1.6743
2.7086	44	-1	2	2	2.7097	1.6554	6	-2	2	4	1.6553
2.6923	25	2	0	0	2.6928	1.6430	13	3	2	0	1.6435
2.6401	3	0	2	2	2.6389	1.6268	1	-2	4	2	1.6274
2.5583	14	-2	1	2	2.5583	1.5918	11	0	2	4	1.5919
2.5336	6	0	3	1	2.5336	1.5818	4	-1	4	3	1.5818
2.4995	5	1	0	2	2.4998	1.5747	3	-3	3	2	1.5749
2.4303	4	-1	3	1	2.4302	1.5634	9	-1	5	1	1.5635
		1	3	0	2.4300	1.5425	1	-1	3	4	1.5426
2.3904	8	-1	1	3	2.3913			2	3	2	1.5072
		1	1	2	2.3904	1.5066	6	2	4	1	1.5067
2.2491	3	-2	2	2	2.2488			-3	3	3	1.4992
2.1760	4	-1	3	2	2.1764	1.4988	6	3	3	0	1.4988
2.1545	5	-2	1	3	2.1542	1.4896	2	1	5	1	1.4891
		-1	2	3	2.1328	1.4859	6	1	0	4	1.4859
2.1325	5	1	2	2	2.1322	1.4624	4	-1	1	5	1.4623
2.0421	2	0	4	0	2.0422	1.4421	2	-4	1	2	1.4393
2.0079	7	0	2	3	2.0073	1.4089	3	-4	1	1	1.4089
1.9590	30	0	4	1	1.9586	1.4033	1	-3	4	2	1.4029
1.9278	3	-3	0	2	1.9306	1.3981	3	-2	2	5	1.3985
1.9104	4	-1	4	1	1.9096	1.3803	3	-1	4	4	1.3800
1.8796	5	-3	1	2	1.8788	1.3757	1	-4	2	2	1.3766
1.8728	10	-1	0	4	1.8720						
1.8418	6	-1	3	3	1.8419						

3°-70° 2 Θ , automatická clona 10 mm², integrovaný krok 0.05°/200s, rotovaný vzorek (frekvence = 2 s), profilová funkce Pearson VII

Tab. 7. Mřížkové parametry bismitu z Medvědína (pro monoklinickou prostorovou grupu $P2_1/c$)

	Medvědína, tato práce (2007)	synt., Malmros (1970)	Rýžoviště, Sejkora et al. (1994)	Jáchymov, Sejkora (1992)
a [Å]	5.849(1)	5.8486	5.842(6)	5.835(8)
b [Å]	8.169(1)	8.1661	8.170(6)	8.138(6)
c [Å]	7.509(2)	7.5097	7.503(6)	7.482(8)
β [°]	112.95(1)	113.00	112.91(5)	112.96(8)
V [Å ³]	330.3(2)	330.15	329.9(5)	327.1(8)

Bismutit

Bismutit byl identifikován jako součást agregátů zatlačujících ryzí bismut na vzorku ze štoly č. 3. Tvoří celistvé agregáty v bismitu a je často pronikán mladším eulytinem. Vzhledem k tomu, že bismutit vždy srůstá s eulytinem a bismitem (četné koincidence), nebyly vypřesněny mřížkové parametry této minerální fáze.

Na základě zjištěného chemického složení této fáze 93.51 hm. % Bi_2O_3 , 12.33 hm. % CO_2 , 0.15 hm. % Cl (1 bodová analýza, obsah CO_2 dopočítán z obsahu 1 mol CO_3 v ideál. vzorci bismutitu), byl vypočten empirický vzorec bismutitu z Medvědína $\text{Bi}_{1.95}(\text{CO}_3)\text{O}_2\text{Cl}_{0.20}$.

Dewindtit

Dewindtit tvoří dlouze tabulkovité, ploché, ukončené krystaly, žluté až sytě oranžové barvy, které dosahují velikosti 2 mm (obr. 8), nebo jako jehlicovité krystaly zelenožluté barvy (obr. 9). Často se vyskytuje společně s tabulkovitými krystaly saléeitu, tmavě zelenými dipyramidálními krystaly torbernitů a tabulkovitými krystaly autunitů, s jehlicovitými krystaly parsonsitů a se sférickými agregáty churchitů-(Y). Místy vytváří hojné, dokonale vyvinuté tabulkovité krystaly žlutooranžové barvy, na které narůstají dipyramidální krystaly metatorbernitů (obr. 10). Na některých vzorcích dewindtit porůstá šedivý saleéit. Je zajímavé, že dewindtit porůstá spíše saléeit, zatímco agregáty metatorbernitů zůstávají neporůstány. Je dosti pravděpodobné, že je to způsobeno vyššími obsahy Ca v saléeitech, a tudíž preference narůstání dewindtitu na tuto slídu před metatorbernit. Dewindtit nevykazuje v UV záření luminiscenci.

Z výsledků chemických mikroanalýz minerálů skupiny dewindtitu - fosfuranylitu z ložiska Medvědína vyplývá, že zde nejsou zastoupeny fáze, které by odpovídaly koncovému členu dewindtitu, tak, jak byl navržen Piretem et al. (1990) - $\text{Pb}_3[\text{H}(\text{UO}_2)_3\text{O}_2(\text{PO}_4)_2]_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$. Všechny analyzované fáze mají, i při dominanci Pb^{2+} , podstatné obsahy K a Ca, a to až téměř 1.1 *apfu*. Obsahy Pb korelují s obsahy Ca + K (obr. 11). Z průměru 10 bodových analýz (tab. 8) byl na bázi $\text{P}+\text{Si}+\text{As}+\text{S}=4$ *apfu* vypočten empirický vzorec dewindtitu z ložiska Medvědína (Tab. X):

$(\text{Pb}_{1.17}\text{Ca}_{0.78}\text{K}_{0.77}\text{Ba}_{0.14}\text{Cu}_{0.07}\text{Fe}_{0.05}\text{Mg}_{0.03}\text{Zn}_{0.02})_{\Sigma 3.03}(\text{H}_{1.24}(\text{UO}_2)_{3.10}\text{O}_2((\text{PO}_4)_{1.84}(\text{SiO}_4)_{0.08}(\text{AsO}_4)_{0.07}(\text{SO}_4)_{0.01})_{\Sigma 2.00}]_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$, odvozený na základě nábojového vyrovnání s dopočteným obsahem vody z počtu 12 H_2O z ideálního vzorce dewindtitu (Piret et al. 1990). Kationty vodíku byly dopočteny jako vyrovnání k hodnotě osmi záporných nábojů kyslíku (z ideálního vzorce).

Dewindtit se strukturně výrazně liší od fosfuranylitu tím, že v mezivrstevném prostoru neobsahuje, tetragonální dipyramidy UO_2O_4 . Přítomností těchto uranyl kyslíkových tetragonálních dipyramid se fosfuranylit odlišuje od většiny minerálů této skupiny. Díky přítomnosti jednoho uranu navíc ve struktuře fosfuranylitu je poměr U/P 7:4, zatímco u dewindtitu 3:2. Uranyl-aniontové vrstvy obou dvou fází jsou až na nábojové vyrovnání

prakticky identické- $[(\text{UO}_2)_3\text{O}_2(\text{PO}_4)_2]$ obsahující koordinační polyedry pentagonální dipyramidy UO_2O_5 a hexagonální dipyramidy UO_2O_6 . Avšak vzhledem k tomu, že obě dvě minerální fáze mají velmi podobné mřížkové parametry, lze předpokládat obtížnou rozlišitelnost na základě práškových dat. Pro vypřesnění mřížkových parametrů (tab. 10) z práškových difrakčních záznamů (tab. 9) byla využita indexace podle struktury fosfuranylitu dle Demartina et al. (1991), získané mřížkové parametry byly korelovány v prostředí programu Powder Cell s naměřeným difrakčním záznamem a teoretickými daty odvozenými ze struktury. Pro rozlišení příslušnosti zkoumaných minerálních fází k dewindtitu či fosfuranylitu byla použita metodika Sejkory et al. (2003), založená na porovnání mřížkových parametrů a a c (obr. 15). Výsledky této analýzy ukázaly na rozpor mezi chemismem vzorku Ga120 (dewindtit) (obr. 12) a jeho mřížkovými parametry, které odpovídají fosfuranylitu. Pravděpodobně to bude způsobeno rozdílným chemismem separovaného materiálu, i když se jednalo o identické místo (materiál byl separován najednou na obě dvě analytické metody) a vizuálně nebyly viditelné žádné rozdíly. Analogická situace nastala u vzorku P2. Pozice vorků XME7ZZ (jak dewindtitový člen, tak fosfuranylitový člen) bude pravděpodobně velmi blízká přechodným členům této skupiny. Získaná experimentální data potvrdila fakt, že základní buňky obou minerálů jsou prakticky totožné a lze je jen velmi těžce odlišit RTG práškovou difrakcí.



Obr. 8. Tabulkovité krystaly dewindtitu-fosfuranylitu (vzorek P2) s narůstajícími krystaly metatorbernit (zelený). Foto J.Sejkora, velikost delší strany obrázku je 1.3 mm



Obr. 9. Jehlicovité krystaly dewinditu zelené barvy narůstající na limonit (vzorek M29).
Foto J. Sejkora, velikost delší strany obrázku je 2mm



Obr. 10. Dipyramidální krystal metatorbernitů narůstá na tabulkovité krystaly dewinditu
(vzorek P 2). Foto J. Plášil, SE snímek, velikost delší strany obrázku je 700 μm .

Tab. 8. Výsledky chemických analýz dewindtitů z Medvědína

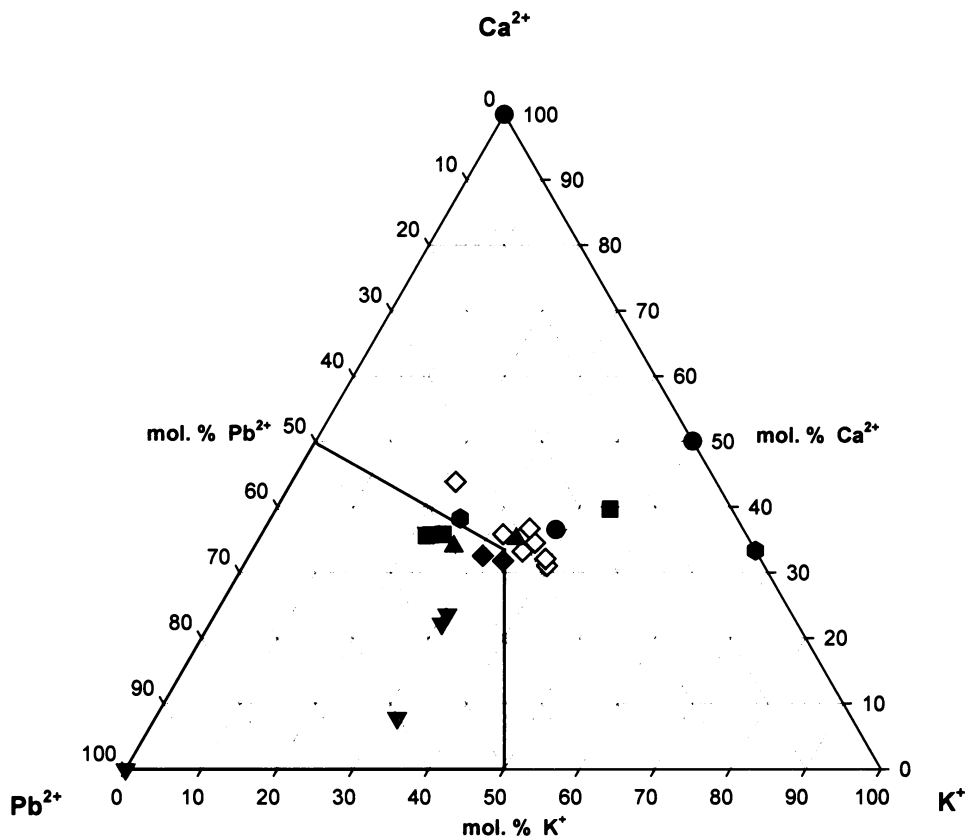
	průměr	P 2	P 2	P 2	P 2	Ga120	Ga120	Ga120	M29	M29	XME7ZZ
Na ₂ O	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.03	0.08	0.00	0.00	0.00
K ₂ O	1.36	1.55	1.43	1.29	1.29	0.99	1.12	1.02	1.67	1.87	1.36
CaO	1.62	1.34	0.42	1.18	1.18	1.89	1.98	1.99	2.09	2.08	2.09
FeO	0.13	0.00	0.00	0.04	0.04	0.12	0.00	0.10	0.46	0.46	0.05
BaO	0.82	0.93	1.42	1.50	1.50	0.39	0.37	0.44	0.40	0.41	0.80
MgO	0.04	0.00	0.00	0.02	0.02	0.06	0.14	0.08	0.07	0.01	0.00
PbO	9.74	11.34	12.79	9.12	9.12	8.78	8.84	9.41	9.36	8.90	9.70
CuO	0.19	0.43	0.25	0.08	0.08	0.35	0.33	0.39	0.02	0.00	0.00
ZnO	0.05	0.18	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.05	0.11
SiO ₂	0.37	0.33	0.15	0.20	0.20	0.29	0.68	0.86	0.51	0.31	0.14
As ₂ O ₅	0.57	0.55	0.60	0.65	0.65	0.54	0.43	0.51	0.38	0.50	0.90
P ₂ O ₅	9.78	9.81	10.05	10.20	10.20	9.73	8.81	9.25	10.04	10.15	9.59
V ₂ O ₅	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.04	0.00	0.06
SO ₃	0.06	0.11	0.00	0.09	0.09	0.00	0.01	0.00	0.26	0.00	0.08
UO ₃	66.45	68.20	66.75	67.83	67.83	65.74	60.41	62.85	67.92	68.46	68.57
H ₂ O	9.94	10.20	9.84	9.99	9.99	9.78	9.22	9.67	10.39	10.29	10.08
total	101.15	104.98	103.81	102.21	102.21	98.82	92.39	96.66	103.68	103.51	103.62
Na	0.0128	0.0000	0.0000	0.0042	0.0042	0.0238	0.0305	0.0649	0.0000	0.0000	0.0000
K	0.7687	0.8802	0.8130	0.7133	0.7133	0.5759	0.6790	0.5826	0.9044	1.0389	0.7864
ΣM⁺	0.7815	0.8802	0.8130	0.7175	0.7175	0.5996	0.7095	0.6475	0.9044	1.0389	0.7864
Ca	0.7756	0.6370	0.1986	0.5490	0.5490	0.9187	1.0142	0.9500	0.9519	0.9722	1.0155
Fe	0.0458	0.0000	0.0000	0.0145	0.0145	0.0437	0.0000	0.0362	0.1643	0.1676	0.0171
Ba	0.1411	0.1620	0.2485	0.2540	0.2540	0.0689	0.0694	0.0764	0.0667	0.0698	0.1414
Mg	0.0269	0.0000	0.0000	0.0123	0.0123	0.0406	0.0989	0.0546	0.0462	0.0039	0.0000
Pb	1.1655	1.3551	1.5343	1.0631	1.0631	1.0732	1.1357	1.1308	1.0694	1.0467	1.1841
Cu	0.0658	0.1452	0.0842	0.0258	0.0258	0.1211	0.1175	0.1312	0.0067	0.0000	0.0000
Zn	0.0158	0.0590	0.0000	0.0000	0.0000	0.0456	0.0000	0.0013	0.0000	0.0148	0.0368
ΣM²⁺	2.2365	2.3583	2.0656	1.9187	1.9187	2.3118	2.4358	2.3805	2.3051	2.2751	2.3949
ΣA site	3.0179	3.2385	2.8786	2.6362	2.6362	2.9114	3.1453	3.0281	3.2095	3.3140	3.1813
Si	0.1643	0.1483	0.0677	0.0857	0.0857	0.1326	0.3241	0.3849	0.2172	0.1354	0.0612
As	0.1327	0.1272	0.1389	0.1480	0.1480	0.1275	0.1063	0.1193	0.0836	0.1142	0.2135
P	3.6789	3.6876	3.7934	3.7377	3.7377	3.7399	3.5613	3.4959	3.6048	3.7505	3.6799
V	0.0036	0.0012	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0050	0.0000	0.0109	0.0000	0.0189
S	0.0206	0.0357	0.0000	0.0286	0.0286	0.0000	0.0032	0.0000	0.0834	0.0000	0.0265
ΣT site	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000
U	6.2030	6.3612	6.2489	6.1668	6.1668	6.2721	6.0580	5.8940	6.0532	6.2798	6.5289
H	1.2417	0.8967	1.3129	1.5843	1.5843	1.1826	1.3120	1.5941	1.2564	0.9933	0.7003
H ₂ O	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00

průměr - průměr 10 bodových analýz

H₂O a H- obsah vody a H dopočten na základě nábojového vyrovnání a obsahu 12 H₂O z ideálního vzorce dewindtitu (Piret et al. 1990)

analýza J. Sejkora a R. Škoda, výpočet J. Plášil

Obr. 12. Ternární diagram skupiny dewindtitu – fosfuranylitu z ložiska Medvědíň s vyznačeným polem dewindtitu



- fosfuranylit, Demartin et al. (1991)
- ▼ dewindtit, Piret et al. (1990)
- fosfuranylit, Horní Halže, Sejkora et al. (in prep.)
- ◇ fosfuranylit, Medvědíň (M25), tato práce (2007)
- ▲ fosfuranylit, Medvědíň (P2), tato práce (2007)
- XME7ZZ, Medvědíň, tato práce (2007)
- fosfuranylit, Medvědíň (XME7ZV), tato práce (2007)
- ▼ dewindtit, Medvědíň (P2), tato práce (2007)
- dewindtit, Medvědíň (Ga120), tato práce (2007)
- ◆ dewindtit, Medvědíň (M29), tato práce (2007)
- ▲ XME7ZZ, Medvědíň, tato práce (2007)
- yingjiangit, Zhangru et al. (1990)
- fosfuranylit, Piret a Piret-Meunier (1991)

Tab. 9. Práškové difrakční záznamy dewindtitu z ložiska Medvědin (vzorky M29 a XME7ZZ)

$d_{obs}^{1)}$	$I_{rel}^{1)}$	h	k	l	$d_{calc}^{1)}$	$d_{obs}^{2)}$	$I_{rel}^{2)}$	h	k	l	$d_{calc}^{2)}$
10.307	3	1	1	0	10.329	10.341	3	1	1	0	10.339
8.881	<1	1	1	1	8.871						
8.646	1	0	0	2	8.661	8.674	6	0	0	2	8.659
7.905	100	2	0	0	7.920	7.879	100	2	0	0	7.859
6.326	1	0	2	1	6.339						
5.837	17	2	0	2	5.845	5.829	9	2	0	2	5.819
4.948	2	2	2	1	4.949	4.954	1	2	2	1	4.954
4.727	4	3	1	1	4.736	4.711	2	3	1	1	4.710
4.403	5	0	2	3	4.404	4.412	3	0	2	3	4.418
4.324	<1	0	0	4	4.331						
						4.254	15	3	1	2	4.261
								1	3	1	4.259
3.958	72	4	0	0	3.960	3.937	55	4	0	0	3.929
3.850	6	2	2	3	3.849	3.846	<1	2	2	3	3.851
3.800	5	2	0	4	3.800	3.797	2	2	0	4	3.792
3.487	1	1	3	3	3.482						
3.440	<1	3	3	0	3.443						
3.405	4	0	4	0	3.406						
						3.343	9	4	2	1	3.346
3.168	1	0	4	2	3.169						
3.127	11	2	4	0	3.129						
		0	2	5	3.088	3.092	6	0	2	5	3.092
3.089	14	5	1	0	3.086	3.071	<1	5	1	0	3.064
3.034	3	5	1	1	3.038	3.013	<1	5	1	1	3.017
		2	4	2	2.9426						
2.9432	6	4	2	3	2.9449	2.9364	3	4	2	3	2.9360
2.9237	<1	4	0	4	2.9225	2.9080	<1	4	0	4	2.9096
2.8780	16	2	2	5	2.8770	2.8749	8	2	2	5	2.8774
2.8316	1	3	1	5	2.8333						
2.6404	<1	6	0	0	2.6402	2.6168	1	6	0	0	2.6195
2.5207	2	2	2	6	2.5200						
2.4700	<1	4	4	2	2.4745						
2.4362	7	4	2	5	2.4352	2.4277	3	4	2	5	2.4299
2.2811	3	1	5	4	2.2820						
2.2556	3	6	0	4	2.2542						
		4	4	4	2.2178						
2.2149	4	7	1	1	2.2141						
2.1677	5	0	0	8	2.1653	2.1668	2	0	0	8	2.1647
2.1136	1	0	6	3	2.1130	2.1282	4	0	6	3	2.1270
						2.1234	<1	3	5	4	2.1203
		2	0	8	2.0886						
2.0881	5	6	4	0	2.0866						
2.0421	2	2	6	3	2.0416						
2.0081	4	6	2	5	2.0067	1.9986	2	6	2	5	1.9987
1.9802	8	8	0	0	1.9801						
						1.9714	3	1	5	6	1.9736
1.9492	1	2	6	4	1.9490						
1.9329	<1	5	3	6	1.9313						
1.9000	4	0	6	5	1.8990						
1.8897	6	1	1	9	1.8921						

1.8476 1 8 2 1 1.8900 1.8781 2 8 2 1 1.8777
 2 6 5 1.8466

¹⁾ M29, 6°-50° 2 Θ , automatická clona 5 mm², integrovaný krok 0.02°/300 s rotovaný vzorek (frekvence = 2 s)

²⁾ XME7ZZ, 6°-60° 2 Θ , automatická clona 10 mm², integrovaný krok 0.05°/150 s, rotovaný vzorek (frekvence = 2 s)

profilová funkce Pearson VII

Tab. 10. Mřížkové parametry dewindtitu z Medvědína v porovnání s dewindtity z jiných lokalit (pro ortorombickou prostorovou grupu Cmc₂m)

lokality	literatura	a [Å]	b [Å]	c [Å]	V [Å ³]
Medvědín (XME7ZZ)	tato práce (2007)	15.738(8)	13.66(1)	17.345(9)	3728(3)
Medvědín (M29)	tato práce (2007)	15.841(4)	13.623(4)	17.322(5)	3738(1)
Shinkolobwe	Piret et al. (1990)	16.031(6)	13.605(2)	17.264(6)	3765
Rýžoviště	Sejkora et al. (2003)	15.725(2)	13.629(3)	17.317(3)	3711(1)
Jáchymov	Ondruš et al. (1997)	15.817(8)	13.667(5)	17.286(6)	3737
Jáchymov	Ondruš et al. (1997)	15.79(3)	13.62(1)	17.32(1)	3725
Grury	PDF 39-1350	15.826(6)	13.641(2)	17.299(7)	3735
Kasolo	Hogarth a Nuffield (1953)	16.00	13.66	17.62	3851
Katanga	PDF 8-328	16.01	13.70	17.50	3838

Eulytin

Eulytin byl identifikován RTG difrakční analýzou jako součást lemů bismutitu a bismitu, které zatlačují zrna ryzího bismutu na vzorku ze 3.p. žíly M 18. Eulytin tvoří celistvé agregáty do 60 mikronů, které pravděpodobně vyplňují pukliny a trhliny ve starším bismitu a bismutitu (obr. 12).

Z průměru pěti bodových analýz (tab. 11) byl spočten empirický vzorec eulytinu z Medvědína (na základě 7 *apfu*): $\text{Bi}_{4.07}[(\text{SiO}_4)_{2.79}(\text{AsO}_4)_{0.07}(\text{PO}_4)_{0.06}]_{\Sigma 2.92}$.

Eulytin se vždy na studovaných vzorcích vyskytuje ve směsi s bismutem a bismutitem, proto byl k vypřesnění mřížkových parametrů této fáze použit směsný záznam (tab. 12). Mřížkové parametry eulytinu z Medvědína (tab. 13) jsou ve srovnání s publikovanými údaji pro tuto minerální fázi z ostatních lokalit mírně nižší.



Obr. 12. Eulytin (E), který je obrůstán bismutitem (Bit) jsou zatlačovány bismitem (Bmt) v křemenné žilovině (černý). Světlé zrnko na pravém okraji náleží bismutu (Bi). BSE snímek, foto J. Sejkora a R. Škoda

Tab. 11. *Chemické složení eulytinu z Medvědína*

	1	2	3	4	5	6
CaO	0.06	0.03	0.03	0.05	0.10	0.10
Bi ₂ O ₃	82.42	83.26	83.14	82.27	80.48	82.96
SiO ₂	14.55	15.17	15.10	14.81	13.15	14.49
As ₂ O ₅	0.69	0.18	0.17	0.33	2.04	0.75
P ₂ O ₅	0.34	0.05	0.05	0.24	1.01	0.34
total	98.06	98.69	98.50	97.70	96.77	98.63
Ca	0.0125	0.0069	0.0061	0.0099	0.0202	0.0194
Bi	4.0705	4.0774	4.0864	4.0717	4.0327	4.0843
ΣA site	4.0830	4.0844	4.0925	4.0815	4.0529	4.1038
Si	2.7846	2.8808	2.8784	2.8417	2.5551	2.7671
As	0.0699	0.0177	0.0165	0.0335	0.2070	0.0749
P	0.0554	0.0084	0.0084	0.0395	0.1666	0.0543
ΣT site	2.9100	2.9068	2.9034	2.9147	2.9288	2.8962

1- průměr 5 bodových analýz

2-6- bodové analýzy eulytinu z Medvědína

analýza J. Sejkora a R. Škoda, výpočet J. Plášil

Tab. 12. *Práškový difrakční záznam eulytinu z Medvědína*

d_{obs}	I_{rel}	h	k	l	d_{calc}
4.201	100	2	1	1	4.203
3.253	x	3	1	0	3.256
2.1000	37	4	2	2	2.1017
2.0203	24	4	3	1	2.0193
1.8790	35	5	2	1	1.8798
1.7654	40	5	3	0	1.7658
1.6720	47	6	1	1	1.6703

x-koincidence s nejsilnějším difrakčním maximem bismitu

3°-70° 2Θ, automatická clona 10 mm², integrovaný krok 0.05°/200s, rotovaný vzorek (frekvence=2 s), profilová funkce Pearson VII

Tab. 13. *Mřížkové parametry eulytinu z Medvědína (pro kubickou prostorovou grupu I-4₃d)*

	Medvědína, tato práce (2007)	synt., Segal et al. (1966)	Jáchymov, Sejkora (1992)
a [Å]	10.296(3)	10.300	10.3146(6)
V [Å ³]	1091.6(9)	1092.7	1097.19

Fosfuranylit

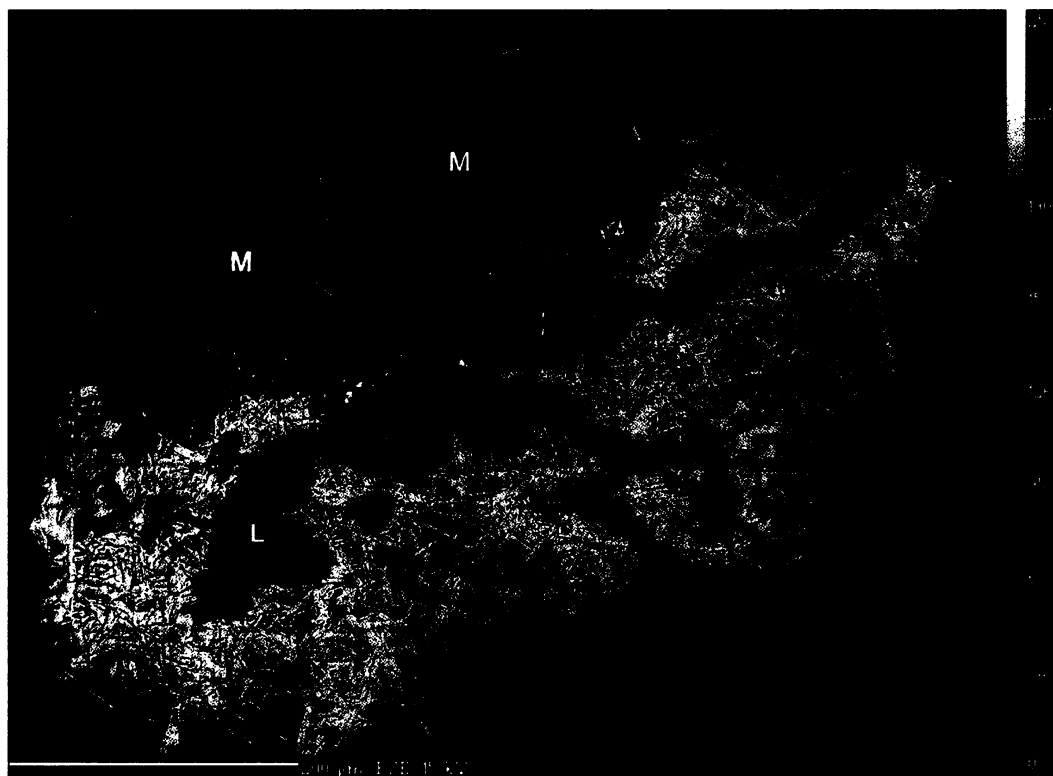
Fosfuranylit hojně tvoří většinou jemně jehličkovité agregáty a krystalické masy žluté až světle žluté barvy a voskového lesku a vějířovité agregáty žluté barvy (obr. 13). Velikost krystalů kolísá okolo 2 mm. Krystaly jsou velmi často zonální, se střídáním K-, Ca- a Pb-bohatých partií. Často je fosfuranylit porůstán tetragonálními dipyramidami torbernitů (metatorbernitů), většinou v asociaci se saléitem (obr. 14). Fosfuranylit nevykazuje luminiscenci v UV záření.

Z chemických mikroanalýz fosfuranylitů z Medvědína (tab. 14) vyplývá, že obsahy K a Ca se v analyzovaných fosfuranylitech z Medvědína pohybují takřka v poměru 1:1 (*apfu/apfu*). V ternárním diagramu bylo proto uvažováno o poli fosfuranylitu jako K+Ca oproti Pb (dewindtit) a nebyla uvažována existence K- dominantního členu skupiny, yingjiangitu (. Otázka jeho existence se jeví sporná, neboť veškeré nově analyzované fosfuranylity mají podstatné množství K a je otázkou jak důvěryhodné je množství K uváděné pro yingjiangit. Z průměru 16 bodových analýz byl na základě $P+Si+As+S=4$ *apfu* vypočten empirický vzorec fosfuranylitu z ložiska Medvědína: $(K_{0.81}Na_{0.02})_{\Sigma 0.83}(Ca_{0.87}Pb_{0.74}Ba_{0.16}Al_{0.03}Fe_{0.03}Mg_{0.02}Zn_{0.02})_{\Sigma 1.87}(H_3O)_{3.01}(UO_2)_{6.29}O_4[(PO_4)_{3.57}(SiO_4)_{0.23}(AsO_4)_{0.19}(SO_4)_{0.01}]_{\Sigma 4.00} \cdot 8 H_2O$. Je patrné, že vedle obsahu Ca se ve fosfuranylitu z Medvědína výrazně uplatňuje zastoupení Pb^{2+} iontů, na základě čehož lze fosfuranylity z Medvědína považovat za přechodné členy řady fosfuranylitu- dewindtitu.

Prášková difrakce (viz také dewindtit) a následná použitá metodika ukázaly (obr. 15), že vesměs všechny analyzované vzorky fosfuranylitů z Medvědína (difrakční záznamy viz tab. 15, 16) dobře odpovídají mřížkovým parametrům fosfuranylitů z jiných lokalit. Výsledek práškové difrakce vzorku Ga120 byl již zmíněn u dewindtitu. Na základě získaných mřížkových parametrů (tab. 17) lze konstatovat identitu fosfuranylitu a yingjiangitu, na kterou poukázali již Coutinho a Atencio (2000). Otázkou zůstává složení yingjiangitu, ideálně $(K_2,Ca)(UO_2)_7(PO_4)_4(OH)_6 \cdot 6H_2O$ podle Zhangru et al. (1990), neboť nově analyzované fosfuranylity mají podstatná množství K. Ze získaných experimentálních práškových difrakčních dat (tab. 15, 16), které se velmi výrazně odlišují od dat teoretických, zejména výraznými rozdíly v intenzitách difrakcí, které nelze vysvětlit přednostní orientací, a to ani více směrů, je patrné, že by bylo žádoucí struktury obou dvou minerálů znovu vypřesnit. Například i kvůli přítomnosti H_3O^+ kationtů, uváděných Demartinem et al. (1991), které nebyly ve fosfuranylitu prokázány IR spektroskopickým studiem (Čejka 1999).



Obr. 13. *Vějířovité krystalické agregáty fosforanylitu (vzorek XME7ZV) narůstají na limonit. Foto J. Sejkora, velikost delší strany obrázku je 3.8 mm*



Obr. 14. *Jehlicovité krystaly fosforanylitu (F) obrůstají limonit (L). Vlevo nahoře je srůstající popraskaný agregát metatorbernit (M). Foto J. Sejkora a R. Škoda, snímek BSE*

Tab. 14. *Výsledky chemických analýz fosfuranylitů z Medvědína*

	průměr	M25	M25	M25	P 2	XME7ZZ	XME6ZV
Na ₂ O	0.02	0.04	0.04	0.00	0.03	0.03	0.04
K ₂ O	1.49	1.56	1.56	1.54	1.46	1.28	1.88
CaO	1.91	1.74	1.74	1.92	1.79	2.33	2.12
FeO	0.07	0.03	0.03	0.16	0.05	0.18	0.14
BaO	0.93	0.97	0.97	0.96	1.34	0.72	0.48
MgO	0.04	0.00	0.00	0.03	0.11	0.08	0.12
PbO	6.47	5.75	5.75	5.88	6.23	8.90	5.73
ZnO	0.06	0.07	0.07	0.03	0.00	0.02	0.32
Al ₂ O ₃	0.06	0.03	0.03	0.00	0.00	0.37	0.43
SiO ₂	0.54	0.66	0.66	0.44	0.46	1.00	1.17
As ₂ O ₅	0.86	0.53	0.53	0.67	1.51	0.59	0.68
P ₂ O ₅	9.95	9.86	9.86	10.10	9.64	9.55	9.54
SO ₃	0.03	0.05	0.05	0.01	0.11	0.09	0.00
UO ₃	70.66	72.17	72.17	71.95	71.06	64.62	66.04
H ₂ O	4.58	4.54	4.54	4.64	4.55	4.63	4.50
total	97.68	98.03	98.03	98.45	98.55	94.74	93.20
Na	0.0170	0.0324	0.0324	0.0017	0.0245	0.0221	0.0355
K	0.8065	0.8539	0.8539	0.8399	0.7812	0.6917	0.9978
ΣM⁺	0.8235	0.8864	0.8864	0.8415	0.8057	0.7138	1.0333
Ca	0.8673	0.8009	0.8009	0.8806	0.8077	1.0559	0.9447
Fe	0.0259	0.0108	0.0108	0.0576	0.0158	0.0651	0.0488
Ba	0.1552	0.1638	0.1638	0.1609	0.2212	0.1197	0.0777
Mg	0.0223	0.0000	0.0000	0.0185	0.0684	0.0479	0.0714
Pb	0.7373	0.6645	0.6645	0.6773	0.7062	1.0135	0.6430
Zn	0.0194	0.0231	0.0231	0.0101	0.0000	0.0047	0.0988
ΣM²⁺	1.8275	1.6630	1.6630	1.8050	1.8193	2.3068	1.8845
Al	0.0306	0.0126	0.0126	0.0000	0.0005	0.1829	0.2107
ΣM³⁺	0.0306	0.0126	0.0126	0.0000	0.0005	0.1829	0.2107
ΣA site	2.6816	2.5621	2.5621	2.6466	2.6255	3.2036	3.1285
Si	0.2296	0.2836	0.2836	0.1871	0.1928	0.4238	0.4855
As	0.1889	0.1189	0.1189	0.1493	0.3332	0.1303	0.1486
P	3.5675	3.5823	3.5823	3.6611	3.4363	3.4190	3.3659
S	0.0101	0.0151	0.0151	0.0026	0.0344	0.0270	0.0000
ΣT site	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000
U	6.2925	6.5052	6.5052	6.4700	6.2831	5.7411	5.7809
H	3.0539	2.9994	2.9994	2.7295	3.1092	2.9288	3.4893
H ₂ O	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00

průměr-průměr 16 bodových analýz

další slupce tabulky obsahují reprezentativní výsledky mikroanalýz vzorků nesoucí označení v hlavičce tabulky

H₂O-obsah vody dopočten na základě obsahu 8 H₂O v ideálním vzorci fosfuranylitu (Demartin et al. 1991)

H-obsah kationtů vodíku dopočten na základě nábojového vyrovnání analýza J. Sejkora a R. Škoda, výpočet J. Plášil

Tab. 15. Práškové difrakční záznamy fosfuranylitu z Medvědína (vzorky M25 a Gal20)

$d_{obs}^{1)}$	$I_{rel}^{1)}$	h	k	l	$d_{calc}^{1)}$	$d_{obs}^{2)}$	$I_{rel}^{2)}$	h	k	l	$d_{calc}^{2)}$
10.328	2	1	1	0	10.383	10.285	2	1	1	0	10.368
8.677	7	0	0	2	8.657	8.654	1	0	0	2	8.656
7.904	100	2	0	0	7.903	7.880	100	2	0	0	7.885
5.838	7	2	0	2	5.837	5.828	7	2	0	2	5.829
4.957	1	2	2	1	4.973	4.936	1	2	2	1	4.966
							1	3	1	0	4.911
4.731	2	3	1	1	4.733	4.717	2	3	1	1	4.724
4.408	2	0	2	3	4.423						
	2	1	3	0	4.408	4.406	2	1	3	0	4.404
4.341	1	0	0	4	4.329						
4.278	1	3	1	2	4.278						
	1	1	3	1	4.272						
3.954	48	4	0	0	3.951	3.943	35	4	0	0	3.943
3.854	2	2	2	3	3.860	3.848	2	2	2	3	3.856
3.797	3	2	0	4	3.796	3.798	2	2	0	4	3.794
3.440	1	0	4	0	3.443	3.438	<1	0	4	0	3.440
							<1	4	2	0	3.421
3.355	2	4	2	1	3.362	3.346	3	4	2	1	3.356
						3.251	<1	3	1	4	3.247
		0	2	5	3.094			0	2	5	3.093
3.087	4	1	3	4	3.089	3.091	2	1	3	4	3.087
						3.067	2	5	1	0	3.074
3.032	1	5	1	1	3.033	3.029	1	5	1	1	3.027
2.9450	1	4	2	3	2.9468	2.9388	1	4	2	3	2.9426
						2.9126	<1	4	0	4	2.9146
2.8772	4	2	2	5	2.8808	2.8762	3	2	2	5	2.8792
2.8272	1	3	1	5	2.8320	2.8310	<1	3	1	5	2.8297
					2.6342	2.6818	<1	4	2	4	2.6837
2.6347	1	6	0	0		2.6321	<1	6	0	0	2.6284
2.5806	1	5	3	1	2.5745	2.5773	<1	5	3	1	2.5701
2.5207	<1	2	2	6	2.5223						
						2.5167	<1	6	0	2	2.5150
						2.4873	<1	4	4	2	2.4830
2.4340	2	4	2	5	2.4359	2.4290	2	4	2	5	2.4334
		6	2	1	2.4359			6	2	1	2.4309
2.2606	<1	6	2	3	2.2633						
2.2522	1	6	0	4	2.2503	2.2471	1	6	0	4	2.2466
							1	3	5	3	2.2458
						2.2146	1	0	6	2	2.2167
							1	3	3	6	2.2149
2.2107	1	3	1	7	2.2100	2.2042	1	4	2	6	2.2055
		7	1	1	2.2099		1	7	1	1	2.2052
2.1677	1	0	0	8	2.1644	2.1677	1	0	0	8	2.1640
						2.1516	<1	7	1	2	2.1534
2.1168	<1	1	1	8	2.1188	2.1158	<1	1	1	8	2.1183
2.0860	1	2	0	8	2.0875	2.0817	1	2	0	8	2.0868
2.0074	1	6	2	5	2.0057	2.0030	1	6	2	5	2.0028
		1	5	6	1.9767						
1.9768	2	8	0	0	1.9757			8	0	0	1.9713
						1.9712	1	4	6	1	1.9694

					1.9417	<1	6	0	6	1.9431	
					1.9235	<1	8	0	2	1.9221	
1.9006	1	4	0	8	1.8982	1.9006	1	4	0	8	1.8970
1.8872	1	8	2	1	1.8877	1.8814	1	8	2	1	1.8838
								6	4	4	1.8810
1.8495	<1	1	7	3	1.8492	1.8476	<1	1	7	3	1.8478
						1.8291	<1	1	5	7	1.8271
1.8034	<1	4	6	4	1.8040						
						1.8002	<1	8	2	3	1.8005
1.7984	1	0	6	6	1.7963						
1.7984	<1	8	0	4	1.7973	1.7948	<1	8	0	4	1.7940
1.7357	<1	7	5	1	1.7373	1.7330	<1	7	5	1	1.7345
1.7138	1	0	8	1	1.7128	1.7113	<1	0	8	1	1.7115
						1.6920	<1	2	0	10	1.6909

¹⁾ M25, 7°-58° 2 Θ , fixní clona 1/4°, integrovaný krok 0.02°/250 s, rotovaný vzorek (frekvence = 2 s)

²⁾ Ga120, 6°-55° 2 Θ , fixní clona 1/4°, integrovaný krok 0.02°/400 s, rotovaný vzorek (frekvence = 2 s)
profilová funkce Pearson VII

Tab. 16. Práškový difrakční záznam fosfuranylitu z Medvěďina (vzorek XME6ZV a P2)

¹⁾ d_{obs}	¹⁾ I_{rel}	h	k	l	¹⁾ d_{calc}	²⁾ d_{obs}	²⁾ I_{rel}	h	k	l	²⁾ d_{calc}
10.359	3	1	1	0	10.349	10.333	1	1	1	0	10.370
8.670	27	0	0	2	8.654	8.645	13	0	0	2	8.660
7.904	100	2	0	0	7.872	7.888	100	2	0	0	7.896
6.627	4	1	1	2	6.639	5.833	6	2	0	2	5.835
6.378	1	0	2	1	6.382						
5.828	9	2	0	2	5.823						
4.898	1	3	1	0	4.902						
4.719	1	3	1	1	4.717	4.721	1	3	1	1	4.729
4.409	4	0	2	3	4.417						
						4.404	1	1	3	0	4.402
4.325	4	0	0	4	4.327	4.331	2	0	0	4	4.330
						4.269	<1	1	3	1	4.266
4.269	1	3	1	2	4.265			3	1	2	4.275
3.947	53	4	0	0	3.936	3.948	63	4	0	0	3.948
3.852	4	2	2	3	3.852	3.849	1	2	2	3	3.858
3.791	2	2	0	4	3.792	3.798	1	2	0	4	3.797
						3.677	1	0	2	4	3.664
3.510	1	1	3	3	3.496						
3.421	5	0	4	0	3.433						
3.392	1	3	3	1	3.383	3.402	3	3	3	1	3.390
3.352	5	4	2	1	3.350	3.354	1	4	2	1	3.359
3.282	1	1	1	5	3.283	3.285	1	1	1	5	3.286
3.207	2	0	4	2	3.191						
3.185	<1	4	2	2	3.176						
3.141	12	2	4	0	3.147						
3.089	7	0	2	5	3.091	3.090	<1	0	2	5	3.093
		1	3	4	3.083	3.081	3	1	3	4	3.087
3.061	<1	5	1	0	3.069						
3.028	2	5	1	1	3.022						
2.9365	4	4	2	3	2.9386	2.9447	1	4	2	3	2.9448
2.9100	<1	4	0	4	2.9117	2.9183	<1	4	0	4	2.9174
2.8767	11	2	2	5	2.8771	2.8762	3	2	2	5	2.8803

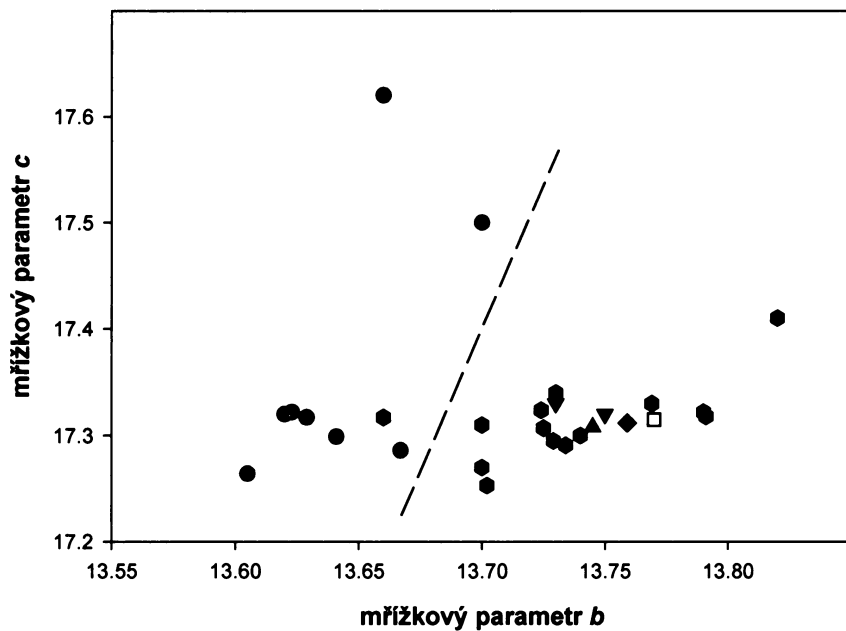
2.8276	1	3	1	5	2.8277						
2.6991	2	3	3	4	2.6973						
2.6776	<1	1	5	1	2.6730						
						2.6324	1	6	0	0	2.6321
2.5800	2	4	4	0	2.5871						
2.5640	<1	5	3	1	2.5656						
2.5253	<1	2	2	6	2.5195						
2.5092	2	5	1	4	2.5034						
2.4747	<1	4	4	2	2.4787						
		4	2	5	2.4310						
2.4289	4	6	2	1	2.4269	2.4312	1	4	2	5	2.4351
					2.2437			6	2	1	2.4337
2.2502	1	6	0	4	2.2437	2.2464	<1	6	0	4	2.2492
2.2169	<1	0	6	2	2.2125						
						2.2109	1	3	1	7	2.2102
								7	1	1	2.2081
2.2067	3	4	2	6	2.2036						
2.1606	4	0	0	8	2.1635	2.1667	3	0	0	8	2.1650
2.1238	2	3	5	4	2.1209						
		6	4	0	2.0848						
2.0840	4	2	0	8	2.0861	2.0876	1	2	0	8	2.0880
2.0508	3	2	6	3	2.0536						
						2.0058	1	4	2	7	2.0054
								6	2	5	2.0047
1.9953	5	6	2	5	2.0004						
						1.9752	4	1	5	6	1.9754
1.9684	3	8	0	0	1.9681			8	0	0	1.9741
1.9074	2	0	6	5	1.9091	1.8996	1	4	0	8	1.8983
						1.8862	1	8	2	1	1.8861
1.8769	4	8	2	1	1.8807						
1.8521	2	2	6	5	1.8553						
1.8295	1	0	4	8	1.8303						
1.7839	1	2	4	8	1.7828						
1.7310	2	0	0	10	1.7308						

¹⁾6°-60° 2 Θ , automatická clona 10 mm², integrovaný krok 0.05°/150 s rotovaný vzorek (frekvence = 2 s), profilová funkce Pearson VII

Tab. 17. Mřížkové parametry fosfuranylitu z Medvědína v porovnání s fosfuranylity a z jiných lokalit a s daty pro yingjiangit (pro ortorombickou prostorovou grupu Cmc_m)

<i>minerál</i>	<i>lokalita</i>	<i>literatura</i>	<i>a</i> [Å]	<i>b</i> [Å]	<i>c</i> [Å]	<i>V</i> [Å ³]
fosfuranylit	Medvědína (M25)	tato práce (2007)	15.793(7)	13.768(5)	17.323(7)	3766(1)
fosfuranylit	Medvědína (GA 120)	tato práce (2007)	15.769(5)	13.759(7)	17.313(8)	3757(2)
fosfuranylit	Medvědína (XME6ZV)	tato práce (2007)	15.770(9)	13.757(9)	17.319(9)	3757(3)
fosfuranylit	Medvědína (P2)	tato práce (2007)	15.793(6)	13.75(1)	17.320(7)	3761(3)
fosfuranylit	Bois Noir	Demartin et al. (1991)	15.778(3)	13.769(2)	17.330(3)	3765
fosfuranylit	Sardinie	Demartin et al. (1991)	15.899(2)	13.740(2)	17.300(3)	3779
fosfuranylit	Peveagno	Demartin et al. (1991)	15.890(6)	13.790(5)	17.322(5)	3796
fosfuranylit	Zambie	Demartin et al. (1991)	15.862(6)	13.702(5)	17.253(7)	3750
fosfuranylit	Margnac	Piret a Piret- Meunier (1991)	15.835(7)	13.724(4)	17.324(6)	3765
fosfuranylit	Horní Halže	Sejkora a Čejka (in prep.)	15.743(2)	13.729(4)	17.295(4)	3736(1)
fosfuranylit	Rýžoviště	Sejkora et al. (1994)	15.780(7)	13.725(8)	17.307(8)	3748(2)
fosfuranylit	Kladská	Pauliš et al. (1999)	15.82	13.73	17.34	3766
fosfuranylit	Horní Slavkov	Plášil et al. (2006)	15.774(4)	13.791(3)	17.318(4)	3767.5
fosfuranylit	Jáchymov	Ondruš et al. (1997)	15.48(2)	13.82(2)	17.41(4)	3725
fosfuranylit	Předbořice	Sejkora (1993)	15.85(1)	13.70(1)	17.31(1)	3759
fosfuranylit	Kladská	Sejkora (1993)	15.83(2)	13.70(1)	17.27(2)	3745
fosfuranylit	Chotěboř	Sejkora (1993)	15.772(4)	13.734(4)	17.291(5)	3745
yingjiangit	Tongbiguan	Zhangru et al. (1990)	15.99(1)	13.73(2)	17.33(1)	3804(5)

Obr. 15. Závislost mřížkových parametrů a a c analyzovaných členů řady fosfuranylit - dewindtit



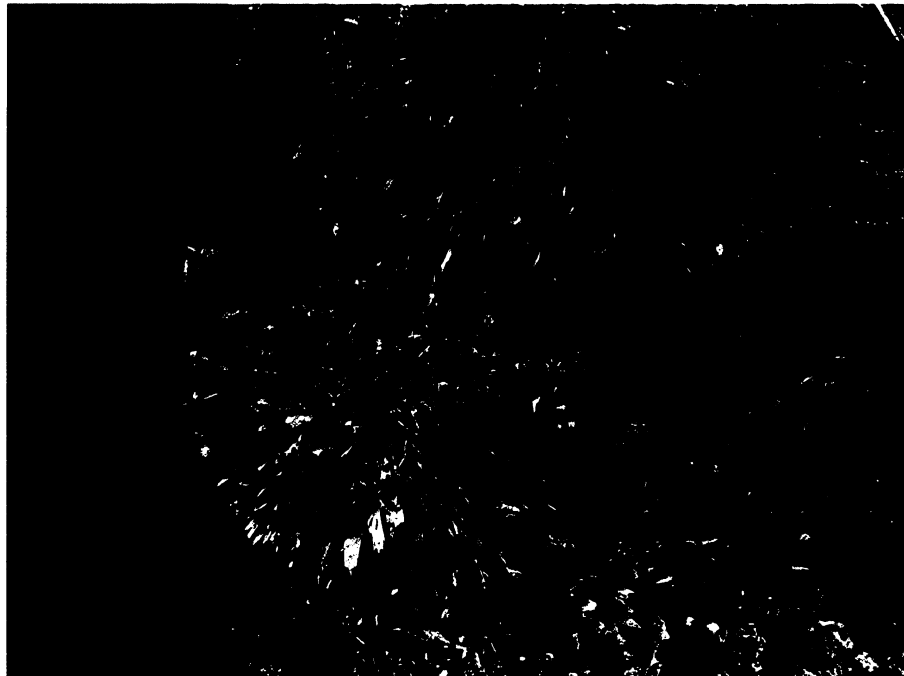
- fosfuranylit, publikovaná data
- dewindtit, publikovaná data
- ▼ yingjiangit, Zhang et al. (1990)
- fosfuranylit, Medvědin (M25)
- ◆ fosfuranylit, Medvědin (Ga120)
- ▲ fosfuranylit, Medvědin (XME6ZV)
- dewindtit, Medvědin, (XME7ZZ)
- dewindtit, Medvědin (M29)
- ▼ "dewindtit"-P2

Churchit-(Y)

Churchit-(Y) se na lokalitě vyskytuje velmi často, a to v podobě drobných kulovitých agregátů většinou bílé až šedé barvy, jejichž velikost kolísá okolo 2 mm (obr. 16). Vzácněji vytváří jehličkovité krystaly, jejichž délka dosahuje maximálně 1.5 mm. Obvykle vystupuje v asociaci s metatorbernitem, na který místy narůstá, dále i s metaautunitem, s citrónově žlutým i šedivým saleéitem, místy i s oranžovými jehlicovitými krystaly dewindtitu a s oranžovými radiálně paprscitými agregáty kasolitu. Často na krystalické agregáty churchitu-(Y) narůstají oranžovo- hnědé krystaly parsonsite. Churchit-(Y) vytváří velmi bohaté agregáty, pronikající žilovinou lokálně i jako téměř monominerální výplň, a které zaujímají plochu jednotek až desítky cm².

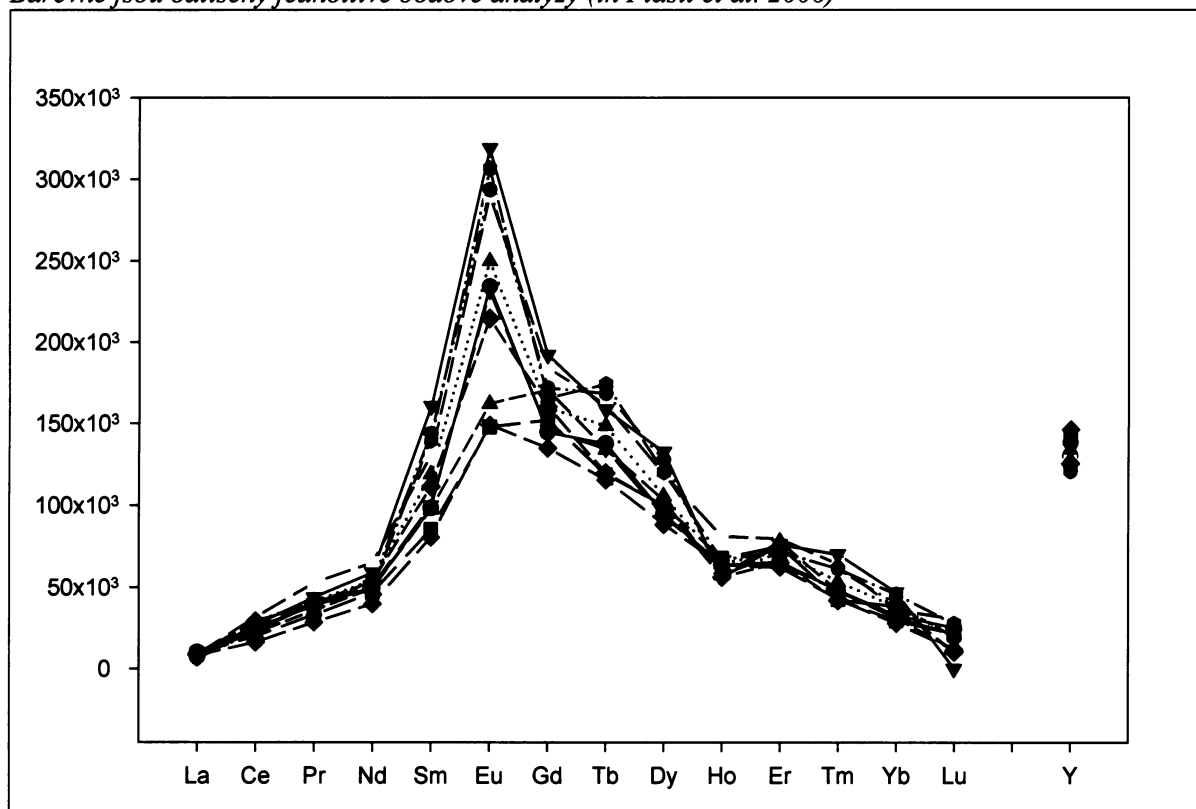
Chemické složení churchitu-(Y) z Medvědína publikovali Plášil et al. (2006). Uvádějí empirický vzorec této fáze spočtený z průměru 11 bodových analýz (na základě 2 *apfu*): $(Y_{0.60}Nd_{0.06}Gd_{0.06}Ca_{0.06}Dy_{0.05}Sm_{0.04}Ce_{0.04}Eu_{0.03}Yb_{0.03}Er_{0.02}Ho_{0.01}Pb_{0.01}Tb_{0.01}Pr_{0.01})_{\Sigma 1.01}[(PO_4)_{0.96}(AsO_4)_{0.01}]_{\Sigma 0.97} \cdot 2 H_2O$. Křivka obsahů *REE* a *Y* (obr. 17) normalizovaná chondritem (dle Taylor a McLennan 1985) ukazuje na ochuzení *LREE* a *HREE* a obohacení *MREE* (Plášil et al. 2006).

Získaný práškový difrakční záznam (tab.18) a vypřesněné mřížkové parametry churchitu-(Y) z Medvědína (tab. 19) velmi dobře odpovídají datům uváděným v literatuře.



Obr. 16. Povrch kulovitých agregátů churchitu-(Y) složený ze stovek dlouze prismatických krystalů. Velikost hrany fotografie je 140 μm. Foto J. Plášil, snímek SE

Obr. 17. Obsahy prvků vzácných zemin a Y normalizované chondritem (dle Taylor a McLennan 1985). Barevně jsou odlišeny jednotlivé bodové analýzy (in Plášil et al. 2006)



Tab. 18. Práškový difrakční záznam churchitu-(Y) z ložiska Medvědin

d_{obs}	I_{rel}	h	k	l	d_{calc}
7.531	61	0	2	0	7.541
5.244	3	1	1	0	5.240
4.707	9	-1	1	1	4.710
4.205	100	0	2	1	4.206
3.772	12	0	4	0	3.770
3.744	5	1	3	0	3.738
3.074	6	1	1	1	3.077
3.024	64	0	4	1	3.025
2.8340	11	-2	2	1	2.8394
2.6197	4	2	2	0	2.6202
2.5375	6	0	0	2	2.5340
2.5099	5	0	6	0	2.5136
2.4791	4	-2	0	2	2.4793
2.4480	8	-1	3	2	2.4488
2.4028	7	0	2	2	2.4020
2.3769	1	-2	4	1	2.3783
2.1753	8	1	5	1	2.1763
2.1021	3	0	4	2	2.1031
2.0717	3	-2	4	2	2.0715
2.0540	7	-1	5	2	2.0537
1.9753	6	-1	7	1	1.9760
1.8707	6	2	6	0	1.8688
1.7835	14	0	6	2	1.7845
	14	-2	2	3	1.7835
1.7673	8	-2	6	2	1.7651
1.6500	6	-2	4	3	1.6504
1.6066	3	-2	8	1	1.6058

9°-60° 2 Θ , automatická clona 5 mm², integrovaný krok 0.02°/300 s, rotovaný vzorek (frekvence = 2 s), profilová funkce Pearson VII

Tab. 19. Mřížkové parametry churchitu-(Y) z Medvědína v porovnání s literárními údaji (transformováno pro monoklinickou prostorovou grupu C2/c)

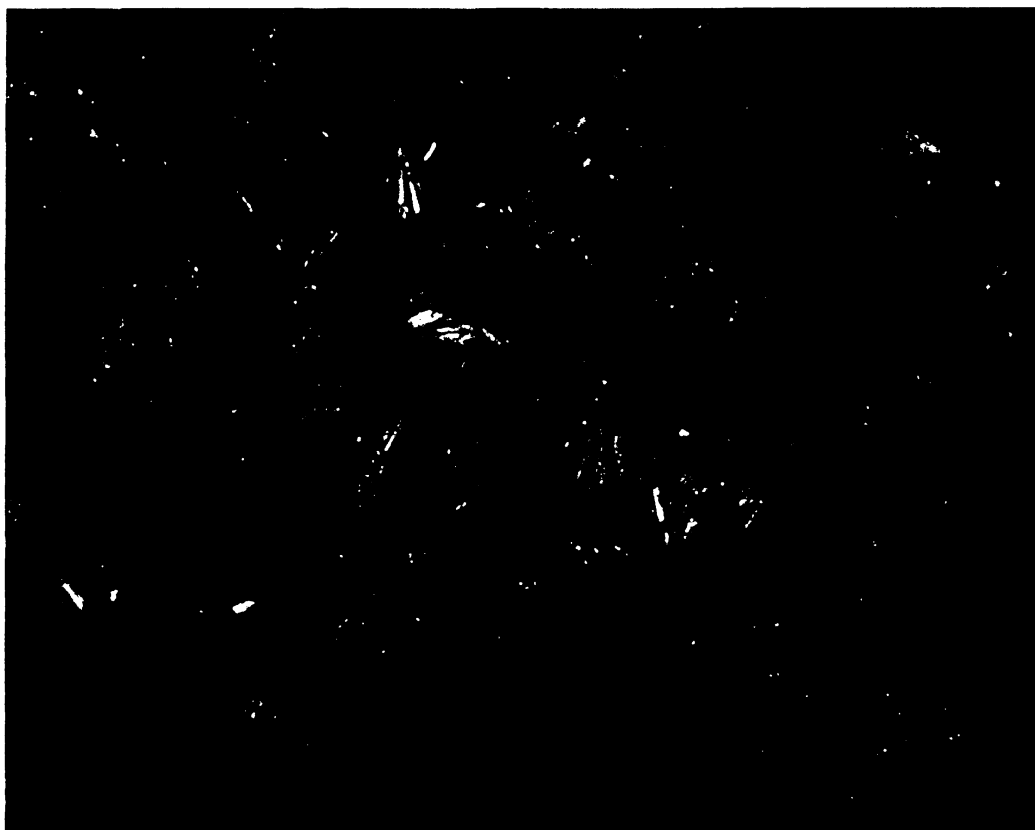
lokality	literatura	a [Å]	b [Å]	c [Å]	β [°]	V [Å ³]
Medvědin	tato práce (2007)	6.186(5)	15.082(6)	5.610(4)	115.39(4)	472.8(7)
synt.	Kohlmann et al. (1994)	6.149	15.006	5.578	115.51	464.52
Rýžoviště	Sejkora et al. (1994)*	5.600(5)	15.076(8)	6.180(8)	115.47(6)	470.9
Jáchymov	Ondruš et al. (1997)	6.36	15.18	5.61	117.77	479

*jen indexovaný záznam

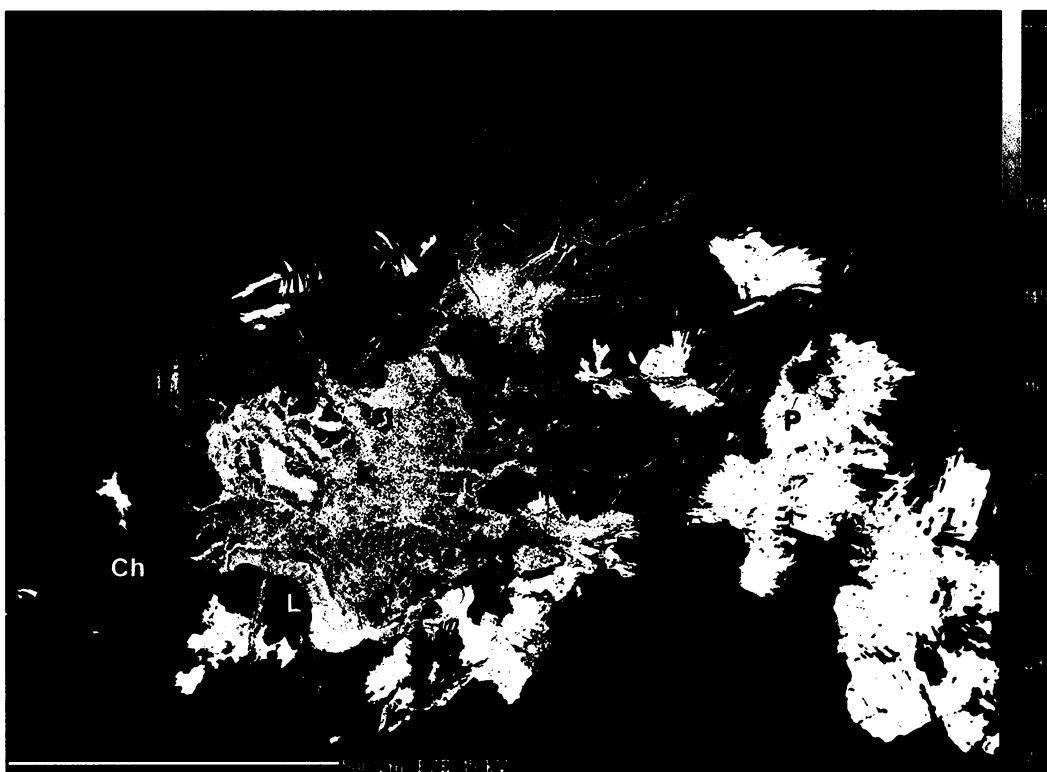
Kasolit

Kasolit tvoří na ložisku Medvědína voskově lesklé, radiálně paprscité agregáty oranžové barvy, jež dosahují velikosti 3 mm (obr. 18). Nachází se v asociaci s parsonsitem, metatorbernitom, saleéitem, dewindtitem, churchitem-(Y) a uranofánem (obr. 19). Často také tvoří masivní agregáty pastelově oranžové barvy, z něž vyrůstají krystalické agregáty uranofánu jehlicovitého habitu. Nepříliš hojné jsou masivní agregáty kasolitu, které jsou obrůstány sférickými agregáty uranofánu sestávající z drobných jehlic světleji žluté barvy. Místy tvoří kasolit krystalické agregáty do dutin, které dosahují velikosti prvních milimetrů. Dále byl kasolit zjištěn jako součást agregátu „gumitu“, respektive jeho žlutých partií, zatímco partie oranžové až červeno - hnědé barvy odpovídají uranofánu.

Práškový difrakční záznam kasolitu z Medvědína (tab. 20) velmi dobře odpovídá datům uváděným v literatuře. Oproti hodnotám relativních intenzit difrakčních maxim vypočítaných ze struktury (Rosenzweig a Ryan 1977) se prášková data kasolitu z Medvědína výrazně liší. Je to způsobeno texturou vzorku použitého pro práškovou difrakci, který vykazuje přednostní orientaci typu $h00$. Tato skutečnost byla pozorována u celé řady přírodních analyzovaných vzorků kasolitu (Škácha a Sejkora 2001). Objem základní buňky kasolitu z Medvědína (tab. 21) je oproti hodnotám uváděným např. Rosenzweigem a Ryanem (1977) nebo Škáchou a Sejkorou (2001) výrazně menší a liší se i od hodnoty uváděné Ondrušem et al. (1997) pro kasolit z Jáchymova, jehož velikost základní buňky je oproti hodnotě uvedené Rosenzweigem a Ryanem (1977) výrazně vyšší.



Obr. 18. *Papršité krystalické agregáty kasolitu narůstají do dutin křemen-limonitové žiloviny. Foto J. Sejkora, velikost delší strany obrázku je 2.5 mm*



Obr. 19. *Na světle šedý voštinovitý kasolit (K) narůstá churchit-(Y) (Ch). Nejsvětější agregáty patří parsonsitu (P), tmavý až černý je limonit (L). Popraskané agregáty po okrajích patří metatorbernit (M). Foto J. Sejkora a R. Škoda, snímek BSE*

Tab. 20. Práškový difrakční záznam kasolitu z ložiska Medvědin

d_{obs}	I_{rel}	h	k	l	d_{calc}	d_{obs}	I_{rel}	h	k	l	d_{calc}
6.507	31	1	0	0	6.505	2.1233	5	-3	1	1	2.1206
6.426	2	0	0	2	6.424	2.1078	6	1	1	5	2.1069
6.115	<1	0	1	1	6.071	2.0718	1	3	1	0	2.0682
5.256	1	-1	0	2	5.253	2.0629	<1	-3	1	3	2.0587
4.735	<1	1	1	0	4.729	2.0477	1	2	0	4	2.0498
4.220	2	1	1	1	4.204	2.0334	<1	-2	0	6	2.0293
4.196	1	-1	1	2	4.177	1.9753	1	3	1	1	1.9715
4.099	3	1	0	2	4.100	1.9493	<1	-2	1	6	1.9465
3.531	1	1	1	2	3.523	1.9180	4	-2	2	5	1.9169
3.509	1	-1	1	3	3.497	1.9006	<1	1	0	6	1.9012
3.255	100	2	0	0	3.252	1.8767	1	-3	2	2	1.8688
3.214	5	0	0	4	3.212	1.8584	<1	-1	2	6	1.8533
3.067	1	1	2	0	3.044	1.8500	3	3	1	2	1.8477
2.9156	4	0	1	4	2.9109	1.8232	<1	0	2	6	1.8184
2.8992	<1	-1	2	2	2.8802	1.7392	4	1	3	4	1.7315
2.7413	1	2	1	1	2.7389	1.6975	<1	-3	1	6	1.6977
2.7246	1	-2	1	3	2.7193	1.6782	10	-4	0	2	1.6764
2.6537	1	2	0	2	2.6534	1.6559	2	-1	0	8	1.6555
2.4804	1	2	1	2	2.4760	1.6283	3	-4	1	2	1.6289
2.4653	<1	1	1	4	2.4624	1.6243	<1	4	0	0	1.6262
2.4107	<1	-2	2	1	2.4024	1.6167	<1	-4	1	1	1.6180
2.3760	<1	2	2	0	2.3646	1.5809	<1	4	1	0	1.5827
2.3634	<1	-2	2	2	2.3583	1.4933	2	4	0	2	1.4925
2.2006	<1	-1	0	6	2.1987	1.4771	2	1	0	8	1.4777
2.1807	2	0	3	2	2.1620	1.4603	3	4	1	2	1.4587
2.1703	13	3	0	0	2.1683	1.3666	1	3	0	6	1.3665
2.1400	2	0	0	6	2.1412						

10-70° 2 Θ , fixní clona 1/4°, integrovaný krok 0.02°/350 s, rotovaný vzorek (frekvence = 2 s), profilová funkce Pearson VII

Tab. 21. Mřížkové parametry kasolitu z Medvědína (monoklinická prostorová grupa $P2_1/c$)

	Medvědín, tato práce (2007)	Shinkolobwe, Rosenzweig a Ryan (1977)	Jánská žíla-Příbram, Škácha a Sejkora (2001)	Jáchymov, Ondruš et al. (1997)
a [Å]	6.707(2)	6.704(2)	6.707(1)	6.730(6)
b [Å]	6.887(5)	6.932(2)	6.950(2)	7.022(7)
c [Å]	13.247(4)	13.252(7)	13.258(4)	13.307(9)
β [°]	104.09(3)	104.2	104.20(2)	104.90(1)
V [Å ³]	593.5(5)	597	599.1(3)	607.7

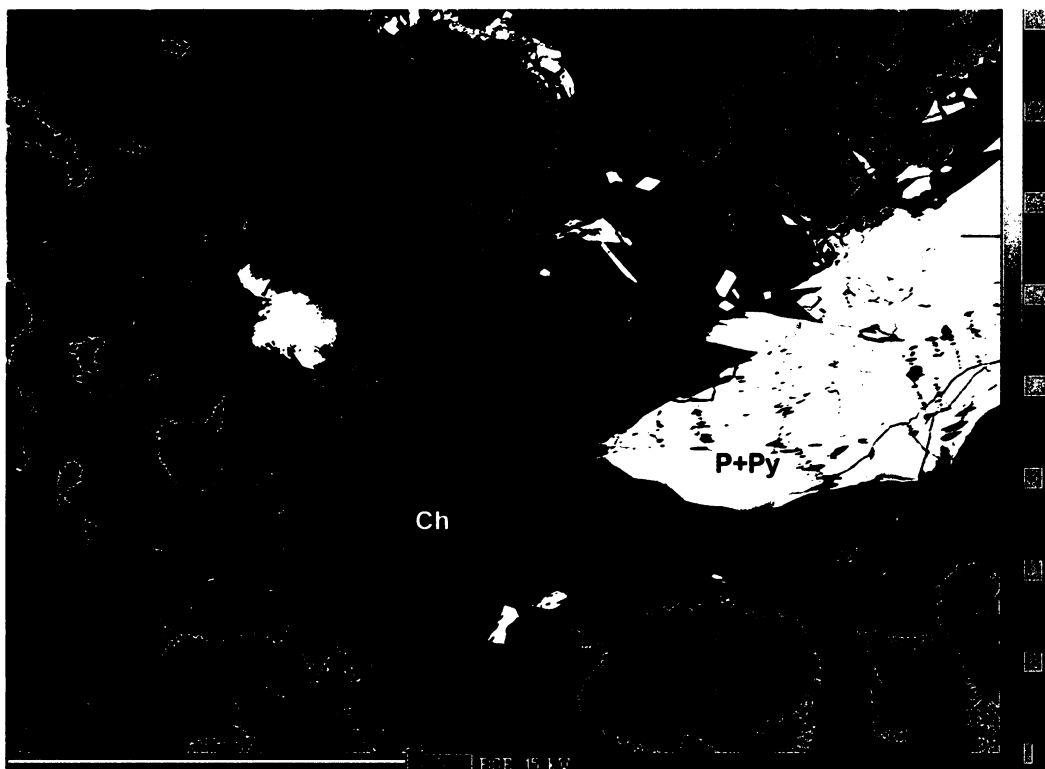
Metaautunit (viz autunit)

Metatorbernit (viz torbernit)

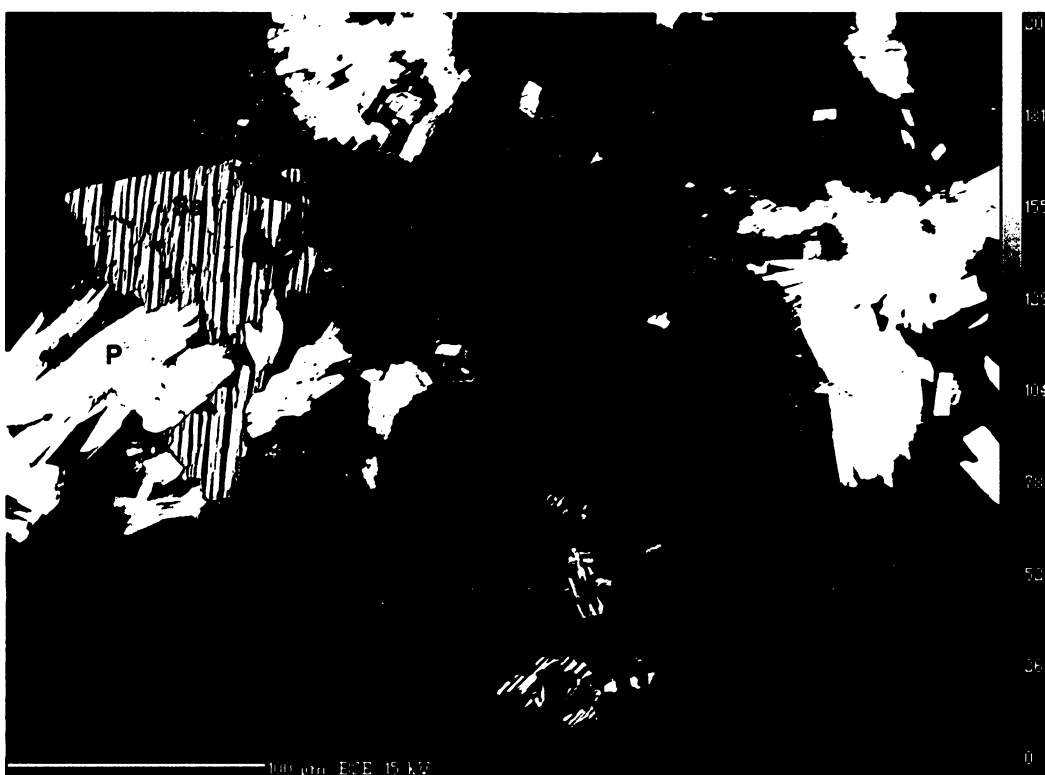
Nepojmenovaná fáze $\text{Pb}(\text{Ce},\text{REE})_3(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$

Předběžný popis nové fáze z lokality Medvědín podali Plášil et al. (2006). Nepojmenovaná fáze tvoří polokulovité agregáty s nepravidelným povrchem do velikosti 0.1 mm, povrch je nepříliš dobře krystalický. Tyto agregáty vytvářejí povlaky na ploše několika centimetrů čtverečných a většinou jsou překryty mladším churchitem- (Y), na který narůstají krystaly a krystalické agregáty parsonsite (obr. 20, 21). Nepojmenovaná fáze má červeno-hnědou barvu, v drobných úlomcích temně červeně prosvítá. Má silný voskový až skelný lesk.

Výsledky chemických analýz podává Plášil et al. (2006). Vyplývá z nich, že chemické složení této fáze by bylo možno vyjádřit následujícím idealizovaným vzorcem $\text{A}^{2+}\text{B}^{3+}_3(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$, přičemž A- pozice= Pb a Ca, B- pozice= vedle (REE) a Y také Al, ve stejných pozicích se nachází i U a Fe. Cér je v této minerální fázi dominantním prvkem skupiny (REE)+Y. Chemické analýzy a BSE- obraz umožnily rozeznat dvě, svým chemickým složením mírně odlišné, fáze, které se liší zejména v obsazích Fe a Si. Chemické složení starší fáze (tmavší středy agregátů) může být charakterizováno empirickým vzorcem $(\text{Pb}_{0.98}\text{Ca}_{0.12})_{\Sigma 1.10}(\text{Fe}_{0.97}\text{Ce}_{0.51}\text{Y}_{0.41}\text{Al}_{0.38}\text{Nd}_{0.33}\text{Gd}_{0.12}\text{Sm}_{0.10}\text{U}_{0.08}\text{Pr}_{0.07}\text{La}_{0.06}\text{Dy}_{0.03}\text{Eu}_{0.02}\text{Er}_{0.02}\text{Ho}_{0.01}\text{Yb}_{0.01})_{\Sigma 3.11}[(\text{PO}_4)_{2.29}(\text{SiO}_4)_{0.61}(\text{AsO}_4)_{0.10}]_{\Sigma 3.00}(\text{OH})_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ (7 bodových analýz, na základě 3 *apfu*), složení mladší fáze (světlejší okraje agregátů) $(\text{Pb}_{1.13}\text{Ca}_{0.10})_{\Sigma 1.23}(\text{Ce}_{0.61}\text{Nd}_{0.43}\text{Y}_{0.34}\text{Gd}_{0.15}\text{Sm}_{0.12}\text{U}_{0.12}\text{Fe}_{0.12}\text{Pr}_{0.09}\text{La}_{0.09}\text{Al}_{0.04}\text{Eu}_{0.04}\text{Dy}_{0.04}\text{Er}_{0.02}\text{Tb}_{0.01}\text{Ho}_{0.01}\text{Yb}_{0.01})_{\Sigma 2.23}[(\text{PO}_4)_{2.84}(\text{AsO}_4)_{0.13}(\text{SiO}_4)_{0.03}]_{\Sigma 3.00}(\text{OH})_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ (9 bodových analýz, na základě 3 *apfu*) (všechna data podle Plášila et al. 2006).



Obr. 20. Na dvoufázové kůry tvořené nepojmenovanou fází $Pb(Ce,REE)_3(PO_4)_3(OH)_2 \cdot nH_2O$ (N) narůstají jemně jehlicovité agregáty churchitu-(Y) (Ch). Nejsvětější agregáty patří parsonsite a pyromorfitu (P+Py). Foto J. Sejkora a R. Škoda, snímek BSE



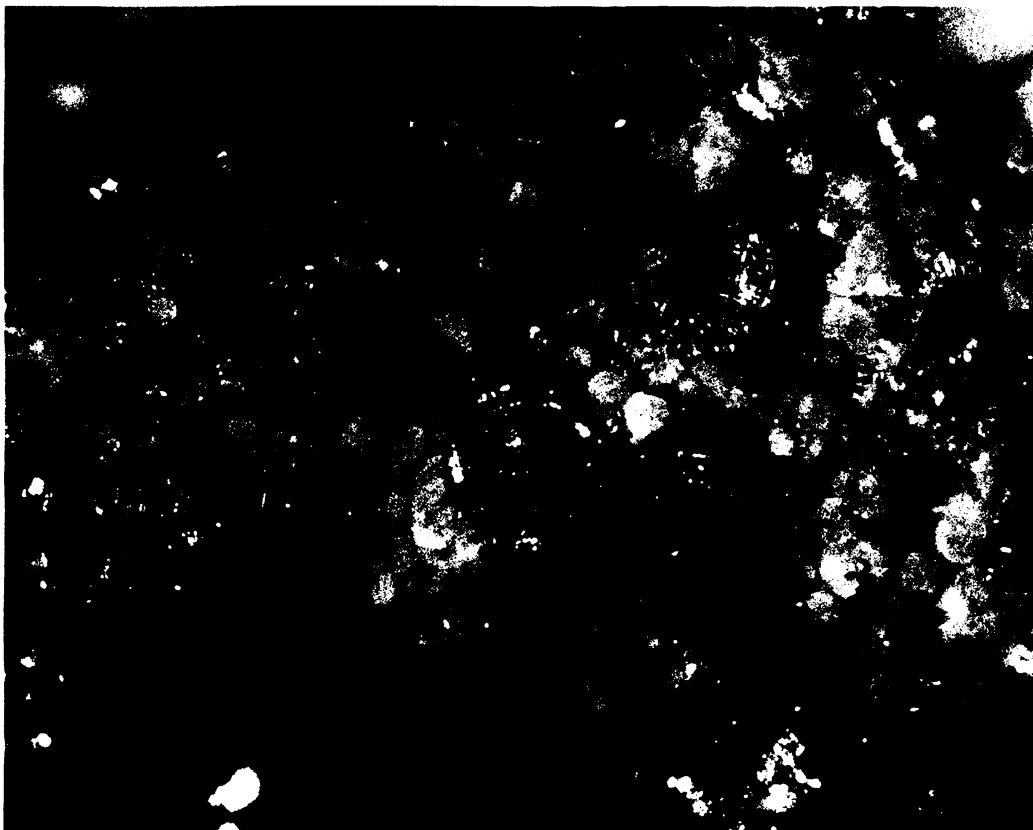
Obr. 21. Světle šedé agregáty nepojmenované fáze (N2) obrůstají starší fází (tmavší, N1). Bílé agregáty náleží parsonsite (P), rozpraskaná tabulka v levé části je saléit (Sa).

Parsonsit

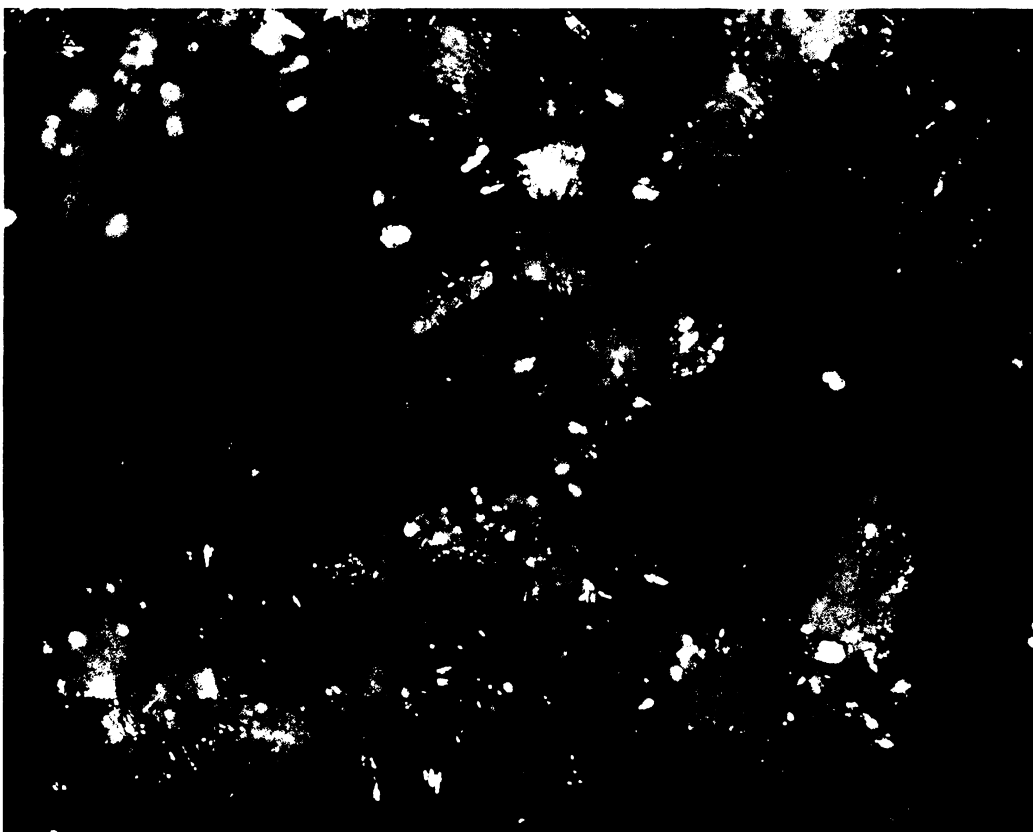
Tento vzácnější fosfát uranylu a olova tvoří na Medvědině velmi bohaté krystalické agregáty drobných tabulkovitých krystalů sytě oranžové barvy, vytvářející snopkovité srostlice, které pokrývají plochy až první desítky cm². Parsonsit velmi často narůstá na masivní krystalické kůry bělošedých kulovitých a polokulovitých agregátů churchitu-(Y) (obr. 22). Velikost krystalických srostlic kolísá okolo 1 mm (obr. 23). Místy na parsonsit narůstají krystalické agregáty pyromorfitu a parsonsit porůstá agregáty nového nepojmenovaného fosfátu olova, vzácných zemin a uranylu. Dále často srůstá s tetragonálními dipyramidálními krystaly metatorbernitů a těsně asociuje s jehlicovitými až tabulkovitými krystaly dewindtitu. Často je také na vzorcích přítomen také saleít jako tabulkovité krystaly citrónové barvy a radiálně paprscité agregáty kasolitu.

Z chemických analýz (tab. 22) vyplývá, že pro parsonsit z Medvědína je charakteristické zastupování (PO₄)³⁻ za (AsO₄)³⁻ (obr. 24), a to až do 0.46 *apfu*. Průměrem 16 bodových analýz byl stanoven empirický vzorec parsonsitu (na základě P+As+Si=2 *apfu*): **(Pb_{2.00}Ca_{0.04})_{Σ2.04}(UO₂)_{0.97}[(PO₄)_{1.66}(AsO₄)_{0.30}(SiO₄)_{0.04}]_{Σ2.00} · 2H₂O.**

Difrakční práškový záznam parsonsitu z Medvědína (tab. 23) velmi dobře odpovídá datům vypočteným z údajů uváděných Burnsem (2000) pro přírodní vzorek z La Feye (Francie). Větší objem základní buňky (tab. 24) je pravděpodobně způsoben zastupováním (AsO₄)³⁻ a tím pádem zvětšováním objemu buňky. Syntetický vzorek parsonsitu připravený Locockem et al. (2005), má oproti vzorkům studovaných Burnsem (2000) velikost základní buňky bližší hodnotě zjištěné pro parsonsit z Medvědína. Přičemž syntetický vzorek neměl podle Lococka et al. (2005) dle chemické analýzy obsahy (AsO₄)³⁻. Rozdíly velikostí se však pohybují v rámci chyby měření. Syntetický parsonsit je uváděn bezvodý, popřípadě s minimálním obsahem vody (do 0.5H₂O) (Vochten et al. 1991, Locock 2003). Přírodní vzorky parsonsitu mohou obsahovat molekulární vody více (do 2 H₂O, dle Anthonyho et al. 2000).



Obr. 22. Krystaly parsonsitu (oranžové) narůstají na kuličkovité agregáty churchitu-(Y).
Foto J.Sejkora, velikost hrany obrázku 6.8 mm



Obr. 23. Bohaté krystalické agregáty parsonsitu narůstající spolu s churchitem-(Y) (bílý-šedý) na limonit. Foto J.Sejkora, velikost hrany obrázku 2 mm

Tab. 22. Výsledky chemických bodových analýz parsonsite z Medvědína

	průměr	1	2	3	4	5
CaO	0.21	0.29	0.24	0.29	0.15	0.28
FeO	0.03	0.00	0.01	0.00	0.05	0.06
BaO	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11
MgO	0.03	0.03	0.08	0.03	0.04	0.03
PbO	45.84	46.32	46.84	50.78	47.12	44.63
CuO	0.04	0.08	0.00	0.03	0.21	0.00
ZnO	0.02	0.09	0.00	0.00	0.06	0.05
Al ₂ O ₃	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Bi ₂ O ₃	0.41	0.65	0.00	0.12	0.00	1.04
SiO ₂	0.23	0.02	0.60	0.09	0.47	0.15
As ₂ O ₅	3.47	5.32	3.01	3.75	4.19	2.46
P ₂ O ₅	12.08	10.39	12.60	13.67	12.28	12.48
V ₂ O ₅	0.07	0.25	0.10	0.00	0.05	0.00
SO ₃	0.03	0.00	0.11	0.05	0.03	0.01
UO ₃	28.42	26.39	31.72	28.53	31.58	26.57
Cl	0.03	0.02	0.03	0.01	0.04	0.05
H ₂ O*	3.77	3.86	3.86	3.98	3.89	3.71
total	94.72	93.72	99.23	101.34	100.18	91.65
Ca	0.0362	0.0521	0.0394	0.0447	0.0252	0.0491
Fe	0.0035	0.0000	0.0015	0.0000	0.0065	0.0089
Ba	0.0020	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0072
Mg	0.0082	0.0071	0.0191	0.0074	0.0084	0.0072
Pb	2.0019	2.1204	1.9424	2.0022	1.9360	2.0000
Cu	0.0053	0.0101	0.0000	0.0037	0.0241	0.0000
Zn	0.0029	0.0110	0.0000	0.0000	0.0063	0.0061
ΣM²⁺	2.0600	2.2008	2.0025	2.0579	2.0065	2.0786
Al	0.0019	0.0048	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Bi	0.0181	0.0287	0.0000	0.0043	0.0000	0.0446
ΣM³⁺	0.0200	0.0335	0.0000	0.0043	0.0000	0.0446
Σ A site	2.0799	2.2342	2.0025	2.0623	2.0065	2.1232
Si	0.0361	0.0039	0.0918	0.0124	0.0716	0.0255
As	0.2953	0.4725	0.2421	0.2872	0.3346	0.2143
P	1.6568	1.4951	1.6432	1.6945	1.5864	1.7587
V	0.0076	0.0285	0.0105	0.0000	0.0046	0.0000
S	0.0043	0.0000	0.0125	0.0058	0.0029	0.0015
Σ T site	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000
U	0.9653	0.9425	1.0264	0.8778	1.0126	0.9291
Cl	0.0072	0.0043	0.0084	0.0025	0.0109	0.0127
H ₂ O	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00

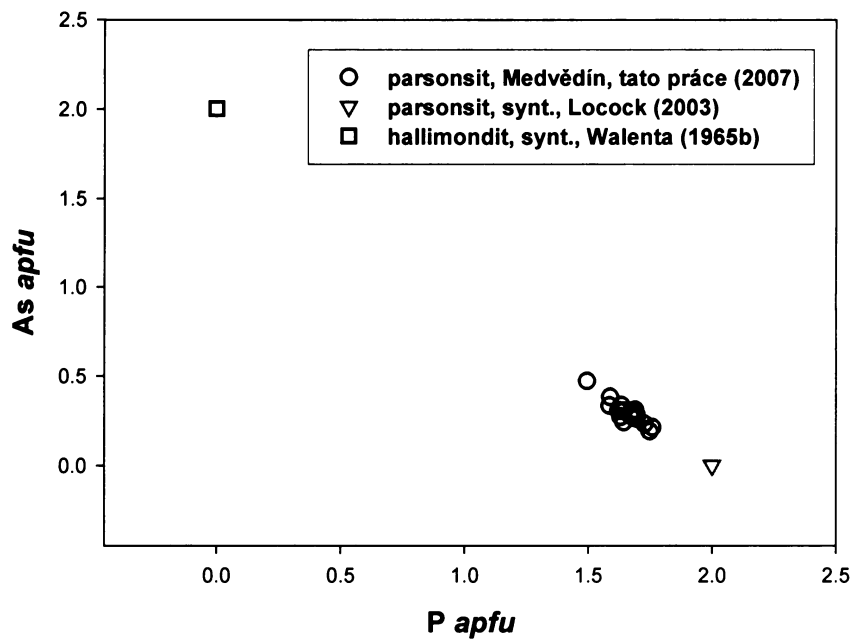
průměr- na základě průměru 16 bodových analýz

1-5 reprezentativní bodové analýzy

H₂O* obsah vody dopočten na základě teoretického. obsahu 2 H₂O z ideálního vzorce (Antony et al. 2000)

analýza J. Sejkora a R. Škoda, výpočet J. Plášil

Obr.24. Apfu graf obsahů P a As ve studovaných parsonsitech



Tab. 23. *Práškový difrakční záznam paronsitu z Medvědína*

d_{obs}	I_{rel}	h	k	l	d_{calc}	d_{obs}	I_{rel}	h	k	l	d_{calc}
10.176	15	0	1	0	10.191	2.6125	3	-1	3	1	2.6134
6.808	3	1	0	0	6.779	2.6125	3	1	-2	2	2.6102
6.056	2	0	-1	1	6.006	2.5509	8	-1	-3	2	2.5458
5.758	5	1	1	0	5.742	2.5509	8	-2	-1	2	2.5454
5.098	8	0	2	0	5.096	2.5245	3	0	2	2	2.5291
5.049	4	0	1	1	5.058	2.4477	4	2	3	0	2.4444
4.868	1	-1	-1	1	4.854	2.4180	2	1	4	0	2.4141
4.426	3	1	0	1	4.405	2.3594	3	-1	4	0	2.3567
4.231	38	-1	1	1	4.229	2.3594	3	-2	3	0	2.3567
4.155	18	1	2	0	4.147	2.3197	3	1	-3	2	2.3274
4.009	1	-1	2	0	4.003	2.2703	6	3	0	0	2.2596
3.902	5	1	1	1	3.899	2.2349	10	0	4	1	2.2330
3.680	1	0	2	1	3.685	2.2113	4	3	1	0	2.2232
3.399	100	0	3	0	3.397	2.1949	2	2	-1	2	2.2005
3.308	1	-1	2	1	3.305	2.1187	2	-2	-4	1	2.1238
3.266	33	0	-3	1	3.272	2.0406	7	0	1	3	2.0384
3.185	5	-2	0	1	3.181	1.9755	12	-3	0	2	1.9803
3.161	8	1	2	1	3.174	1.9170	47	3	3	0	1.9139
3.089	6	-1	0	2	3.088	1.8748	4	-1	-5	2	1.8781
3.077	1	1	3	0	3.082	1.8475	3	-1	2	3	1.8491
3.012	3	0	-2	2	3.003	1.8359	13	0	4	2	1.8419
2.9984	2	-1	3	0	2.9935	1.7862	7	-1	5	1	1.7847
2.9434	9	0	1	2	2.9349	1.7276	14	0	-6	1	1.7243
2.9126	2	-1	-2	2	2.9042	1.7179	5	-2	5	0	1.7192
2.8054	3	-1	1	2	2.8069	1.7058	1	-2	-4	3	1.7087
2.7821	14	2	-1	1	2.7855	1.6992	2	2	-5	1	1.7008
2.7164	2	2	1	1	2.7116	1.6639	8	2	1	3	1.6631

7-80° 2 Θ , fixní clona 1/4°, integrovaný krok 0.02°/350 s, rotovaný vzorek (frekvence = 2 s), profilová funkce Pearson VII

Tab. 24. *Mřížkové parametry paronsitu z Medvědína (triklinická prostorová grupa P-1)*

	Medvědín, tato práce (2007)	La Feye (Francie), Burns (2000)	synt., Locock et al. (2005)
a [Å]	6.852(6)	6.842(4)	6.8432
b [Å]	10.395(7)	10.383(6)	10.4105
c [Å]	6.669(6)	6.670(4)	6.6718
α [°]	101.20(6)	101.26(7)	101.418
β [°]	98.12(7)	98.17(7)	98.347
γ [°]	86.39(7)	86.38(7)	86.264
V [Å ³]	461.0(6)	459.8(7)	460.64

Plumbogummit

Fáze odpovídající chemismem plumbogummitu byla nalezena na vzorku pocházejícím ze žíly M 7. Minerál zde vystupuje ve společnosti parsonsite, churchitu-(Y), metatorbernitů a autunitů (resp. metaautunitů).

Z průměru 4 bodových analýz (tab. 25) byl vypočten empirický vzorec plumbogummitu z Medvědína (na základě $P+As+Si+S=2$ *apfu* a nábojového vyrovnání): $(Pb_{1.13}Ca_{0.02}Ba_{0.01})_{\Sigma 1.16}(Al_{2.56}Fe_{0.31}Cu_{0.02}Zn_{0.01})_{\Sigma 2.90}(UO_2)_{0.07}(OH)_{4.85}[(PO_4)_{1.89}(AsO_4)_{0.07}(SO_4)_{0.02}(SiO_4)_{0.02}]_{\Sigma 2.00}Cl_{0.01} \cdot H_2O$. Plumbogummit z Medvědína je zajímavý zvýšenými obsahy uranu a to do 0.08 *apfu*. Nestechiometrie může odrážet značnou nehomogenitu a malou krystalinitu zkoumaného materiálu.

Práškovou RTG difrakcí nebyla fáze odpovídající plumbogummitu zjištěna.

Tab. 25. *Výsledky chemických bodových analýz plumbogummitu z Medvědína*

	průměr	1	2	3	4
CaO	0.15	0.00	0.23	0.13	0.23
BaO	0.33	0.38	0.24	0.42	0.27
MgO	0.03	0.00	0.00	0.01	0.13
PbO	37.08	36.33	37.84	38.13	36.04
CuO	0.18	0.00	0.01	0.55	0.17
ZnO	0.08	0.00	0.04	0.27	0.00
Fe ₂ O ₃	3.31	2.71	4.82	1.91	3.80
Al ₂ O ₃	19.24	18.49	18.74	20.00	19.74
Bi ₂ O ₃	0.07	0.00	0.00	0.28	0.00
SiO ₂	0.14	0.07	0.18	0.26	0.06
As ₂ O ₅	1.24	1.22	1.57	0.86	1.32
P ₂ O ₅	19.70	19.97	18.79	20.10	19.96
V ₂ O ₅	0.05	0.13	0.03	0.07	0.00
SO ₃	0.26	0.11	0.40	0.22	0.30
UO ₃	3.02	3.07	2.51	3.44	3.06
Cl	0.04	0.06	0.01	0.05	0.05
H ₂ O	9.08	8.32	9.32	9.28	9.40
total	94.01	90.85	94.72	95.96	94.52
Ca	0.0180	0.0005	0.0285	0.0155	0.0273
Ba	0.0144	0.0166	0.0108	0.0184	0.0117
Mg	0.0054	0.0000	0.0000	0.0008	0.0208
Pb	1.1284	1.1004	1.1834	1.1445	1.0855
ΣM²⁺	1.1662	1.1175	1.2227	1.1792	1.1453
Cu	0.0152	0.0000	0.0010	0.0459	0.0141
Zn	0.0063	0.0000	0.0030	0.0222	0.0000
Fe	0.3143	0.2551	0.4685	0.1781	0.3556
Al	2.5625	2.4524	2.5663	2.6280	2.6032
Bi	0.0020	0.0000	0.0000	0.0079	0.0000
ΣM³⁺	2.9003	2.7075	3.0387	2.8822	2.9729
Si	0.0159	0.0075	0.0204	0.0289	0.0068
As	0.0736	0.0716	0.0956	0.0501	0.0773
P	1.8844	1.9020	1.8475	1.8976	1.8904
V	0.0041	0.0094	0.0019	0.0049	0.0000
S	0.0220	0.0095	0.0345	0.0185	0.0255
ΣT site	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000
U	0.0716	0.0726	0.0613	0.0805	0.0719
Cl	0.0076	0.0107	0.0018	0.0087	0.0091
OH	4.8469	4.2519	5.2258	4.9028	5.0070
H ₂ O	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1 - průměr 4 bodových analýz

2-5 – bodové analýzy plumbogummitu z Medvědína

H₂O* - obsah vody dopočten na základě charge balance a obsahy 1 H₂O z ideálního vzorce plumbogummitu

analýza J. Sejkora a R. Škoda, výpočet J. Plášil

Pseudomalachit

Pseudomalachit byl zjištěn v asociaci s agarditem-(Y), churchitem-(Y) a metatorbernitom na muzejním vzorku uloženém ve sbírkách Národního muzea v Praze. Pseudomalachit tvoří až 1 mm velké kulovité agregáty sytě zelené trávové barvy, které velmi často srůstají s metatorbernitom a které jsou obrůstány jehlicovitými krystaly agarditu-(Y) (obr. 25).

Z chemických analýz vyplývá, že pseudomalachit z Medvědína obsahuje zvýšené obsahy olova (do 0.03 *apfu*) a hořčíku (do 0.01 *apfu*). Částečně se také uplatňuje izomorfie P-As, pseudomalachit-cornwallit, navržená Artlem a Ambrusterem (1999), přičemž obsahy arsenu kolísají okolo 0.44 *apfu*. Z průměru 3 bodových analýz (tab. 26), na základě $P+As+S=2$ *apfu*, nábojového vyrovnání, byl vypočten empirický vzorec pseudomalachitu z Medvědína: $(Cu_{5.21}Pb_{0.03}Mg_{0.01})_{\Sigma 5.25}[(PO_4)_{1.56}(AsO_4)_{0.44}]_{\Sigma 2.00}(OH)_{4.54}$, který se od ideálního vzorce pseudomalachitu liší vyššími obsahy kationtů (a navíc přítomností Pb a Mg) o 0.25 *apfu*.

Prášková RTG difrakce potvrdila přítomnost pseudomalachitu, avšak díky koincencím díky srůstajícímu metatorbernitom a agarditu-(Y) nebyly vypřesněny jeho mřížkové parametry.



Obr. 25. Na kulovité agregáty pseudomalachitu nasedají jehlicovité krystaly agarditu-(Y). Snímek SE, velikost hrany obrázku 513 μ m. Foto J. Sejkora, snímek SE

Tab. 26. *Výsledky chemických analýz pseudomalachitu z Medvědína*

	1	2	3	4
FeO	0.03	0.00	0.07	0.03
MgO	0.09	0.06	0.13	0.07
PbO	0.97	0.89	1.14	0.88
CuO	64.45	64.30	65.86	63.18
ZnO	0.05	0.09	0.02	0.04
Al ₂ O ₃	0.02	0.00	0.05	0.02
Bi ₂ O ₃	0.10	0.10	0.21	0.00
As ₂ O ₅	7.86	7.87	8.12	7.61
P ₂ O ₅	17.18	17.19	17.18	17.17
SO ₃	0.02	0.01	0.04	0.00
H ₂ O*	6.36	6.29	6.68	6.10
total	97.13	96.79	99.49	95.10
Fe	0.0029	0.0000	0.0060	0.0025
Mg	0.0138	0.0091	0.0211	0.0113
Pb	0.0279	0.0256	0.0326	0.0255
Cu	5.2149	5.2024	5.2867	5.1557
Zn	0.0037	0.0067	0.0012	0.0033
ΣM²⁺	5.2632	5.2439	5.3476	5.1982
Al	0.0030	0.0000	0.0066	0.0024
Bi	0.0028	0.0028	0.0056	0.0000
ΣM³⁺	0.0058	0.0028	0.0123	0.0024
ΣA site	5.2691	5.2467	5.3599	5.2007
As	0.4405	0.4405	0.4510	0.4299
P	1.5582	1.5585	1.5460	1.5701
S	0.0014	0.0010	0.0030	0.0000
ΣT site	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000
OH*	4.5453	4.4972	4.7351	4.4037

1-průměr 4 bodových analýz

2-4-bodové analýzy pseudomalachitu z Medvědína

H₂O*-obsah vody, resp. OH, byl dopočten na základě nábojového vyrovnání a obsahu 4 OH z ideálního vzorce pseudomalachitu

analýza J. Sejkora a R. Škoda, výpočet J. Plášil

Pyromorfit

Tento fosfát olova byl nalezen jako součást olovem bohaté asociace sekundárních fází na žíle M 7, ve společnosti parsonsite, dewindtitu, kasolitu a nepojmenované fáze $\text{Pb}(\text{Ce}, \text{REE})_3(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Pyromorfit vytváří dlouhé protažené jehlicovité krystaly světle žluté až žlutohnědé barvy, jejichž velikost dosahuje maximálně 4 mm. (obr. 26) Spolu s uvedenými fázemi je na vzorcích zastoupen saleéit, torbernit respektive metatorbernit a churchit-(Y).

Z chemického hlediska se jedná o pyromorfit s podstatným zastoupením mimetitové komponenty $(\text{AsO}_4)^{3-}$ a jen nízkými obsahy Ca^{2+} . Průměrem 6 bodových mikroanalýz (tab. 27) byl odvozen empirický vzorec (na základě 9 *apfu*) $(\text{Pb}_{4.90}\text{Ca}_{0.02}\text{Zn}_{0.01})_{\Sigma 4.93}[(\text{PO}_4)_{2.05}(\text{AsO}_4)_{0.95}]_{\Sigma 3.00}(\text{Cl}_{0.97}(\text{OH})_{0.03})_{\Sigma 1.00}$.

Pro pyromorfity z Medvědína, které byly podrobeny RTG práškové difrakci (tab. 28), je charakteristické zvětšení základní buňky, což je zapříčiněno dosti vysokým obsahem mimetitové komponenty (tab. 29).



Obr. 26. Prismatické krystaly pyromorfitu s dipyramidálními krystaly metatorbernitů narůstají na churchit-(Y). Foto J. Sejkora, velikost delší strany obrázku je 2.3 mm

Tab. 27. Výsledky chemických bodových analýz pyromorfitu z Medvědína

	1	2	3	4	5	6
CaO	0.08	0.03	0.06	0.16	0.07	0.07
PbO	79.68	78.87	80.78	80.25	79.75	77.53
MnO	0.04	0.00	0.00	0.03	0.04	0.02
ZnO	0.05	0.06	0.17	0.00	0.00	0.00
As ₂ O ₅	9.79	9.48	5.16	5.17	7.87	9.64
P ₂ O ₅	9.26	9.14	12.99	12.60	10.27	9.27
SO ₃	0.05	0.00	0.11	0.04	0.00	0.04
-O=Cl	2.50	2.48	2.63	2.57	2.42	2.37
total	101.46	100.06	101.90	100.82	100.42	98.93
Ca	0.0206	0.0081	0.0151	0.0390	0.0183	0.0176
Pb	4.9701	5.0012	4.8712	4.9132	5.0177	4.9572
Mn	0.0078	0.0000	0.0000	0.0058	0.0071	0.0032
Zn	0.0089	0.0101	0.0276	0.0000	0.0007	0.0000
ΣA site	5.0074	5.0194	4.9140	4.9580	5.0438	4.9780
As	1.1864	1.1677	0.6043	0.6144	0.9616	1.1972
P	1.8165	1.8216	2.4633	2.4262	2.0325	1.8630
ΣT site	3.0030	2.9894	3.0676	3.0406	2.9940	3.0602
Cl	0.9801	0.9892	0.9985	0.9917	0.9590	0.9552
OH	0.0240	0.0079	0.0299	0.0246	0.0402	0.0656

1-6 bodové chemické analýzy pyromorfitu z Medvědína
 OH dopočteno z nábojového vyrovnání jako (1-Cl)=OH
 analýza J. Sejkora a R. Škoda, výpočet J. Plášil

Tab. 28. Práškový difrakční záznam pyromorfitu z Medvědína

d_{obs}	I_{rel}	h	k	l	d_{calc}	d_{obs}	I_{rel}	h	k	l	d_{calc}
8.655	10	1	0	0	8.706	2.2062	12	1	1	3	2.2080
5.028	7	1	1	0	5.026	2.1742	8	4	0	0	2.1765
4.349	34	2	0	0	4.353	2.0746	39	2	2	2	2.0766
4.148	36	1	1	1	4.153	2.0200	21	3	1	2	2.0200
3.753	2	2	0	1	3.749	1.9964	12	2	3	0	1.9973
3.683	12	0	0	2	3.687	1.9964	12	3	2	0	1.9973
3.394	32	1	0	2	3.395	1.9691	27	2	1	3	1.9692
3.305	14	2	1	0	3.291	1.9691	27	1	2	3	1.9692
3.288	26	1	2	0	3.291	1.9271	11	3	2	1	1.9279
3.016	78	2	1	1	3.005	1.9271	11	2	3	1	1.9279
3.003	23	1	2	1	3.005	1.8738	11	4	0	2	1.8743
2.9714	100	1	1	2	2.9728	1.8439	7	0	0	4	1.8434
2.9009	71	3	0	0	2.9020	1.7288	12	1	1	4	1.7307
2.8127	3	2	0	2	2.8133	1.6979	15	2	0	4	1.6974
2.5158	8	2	2	0	2.5132	1.6096	8	2	1	4	1.6082
2.4583	7	1	2	2	2.4550	1.5554	21	3	0	4	1.5560
2.2818	21	3	0	2	2.2803	1.5284	15	1	5	1	1.5297

10°-80°2 θ , fixní clona 1/4°, integrovaný krok 0.02°/400 s, rotovaný vzorek (frekvence = 2 s), profilová funkce Pearson VII

Tab. 29. Mřížkové parametry pyromorfitu z ložiska Medvědín (hexagonální prostorová grupa $P6_3/m$)

	Medvědín, tato práce (2007)	Dai a Hughes (1989)
a [Å]	10.051(3)	9.9764
c [Å]	7.373(2)	7.3511
V [Å ³]	645.1(3)	633.623
	32 mol. % As	100 mol. % P

Saléit

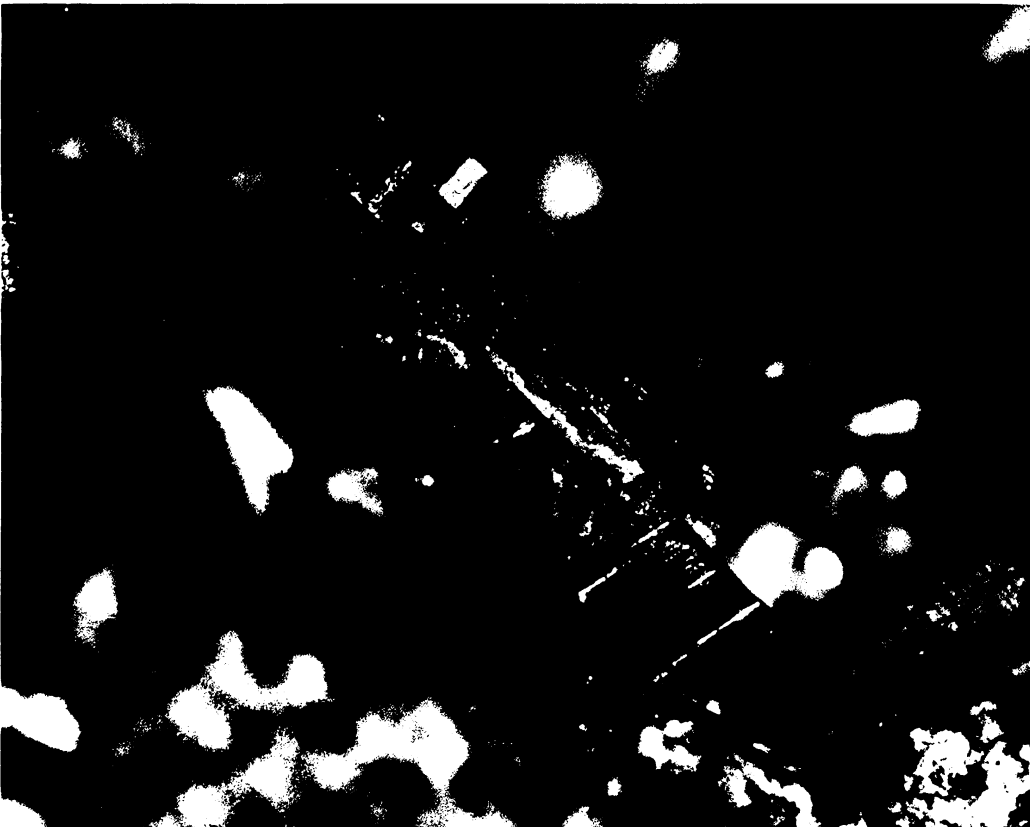
V analyzovaném materiálu je zastoupen velmi často a tvoří velmi dobře vyvinuté krystaly. Saléit se vyskytuje v několika odlišných morfologických typech. Jednak tvoří tenké tabulkovité krystaly světle hnědé barvy (saléit I), které jsou průhledné a dosahují velikosti několika milimetrů (obr. 28). Místy tento typ saléitu narůstá na drůzy tence tabulkovitých krystalů torbernitů (metatorbernitů). Často je porůstán mladší generací saléitu II, který má citrónově žlutou barvu a vytváří tlustě tabulkovité krystaly do velikosti až 3 mm (obr. 27, 29). Žluté tabulky jsou tenčího vzhledu než-li první typ a mají lehce skelný lesk s perleťovými odlesky. Oba dva vykazují v krátkovlnném UV záření (254 nm) luminiscenci. Poslední typ saléitu (saléit III) se většinou vyskytuje samostatně a tvoří tenké tabulky do velikosti prvních mm. Je šedo hnědý a často asociuje s torbernitem. Všechny generace saléitu se vyskytují velmi hojně s dewindtitem-fosfuranylitem, kasolitem, churchitem-(Y) a parsonsitom.

Z průměru 34 bodových analýz saléitu z Medvědína (tab. 30) byl vypočten (na základě $P+As+Si+S=2$ *apfu*) empirický vzorec saléitu z Medvědína: $(Mg_{0.92}Ca_{0.06}Cu_{0.04}Pb_{0.03}K_{0.02}Na_{0.01})_{\Sigma 1.08}(UO_2)_{2.07}[(PO_4)_{1.79}(AsO_4)_{0.18}(SiO_4)_{0.02}(SO_4)_{0.01}]_{\Sigma 2.00} \cdot 10H_2O$. Saléit z Medvědína obsahuje 0.05 až 0.3 *apfu* nováčekitové komponenty.

RTG difrakční analýza (tab. 31) prokázala, že saléitové agregáty z ložiska Medvědína jsou většinou pravděpodobně tvořeny srůstajícím saléitem a metatorbernitom (8.652 Å), popřípadě i metaautunitom (8.453 Å) (zvláště tzv. hnědý saléit). V difrakčním záznamu se projevila výrazně přednostní orientací krystalitů saléitu pravděpodobně typu *0k0*. Saléit byl popsán jako tetragonální fáze (Thoreau a Vaes 1932) a dlouhou dobu byl za tetragonální fázi považován. Piret a Deliens (1980) uvádějí z výsledků získaných Weissenbergovou metodou pro saléit monoklinickou prostorovou grupu $P 2_1/n$. Saléit, který patří do metaautunitové skupiny je minerálem s monoklinickou strukturou (spgr. $P2_1/c$), vyřešenou Millerem a Taylorem (1986), avšak se silně pseudotetragonálním charakterem. Je zajímavé že mřížkové parametry saléitu z Medvědína (tab. 32) jsou i přes podíl nováčekitové komponenty v analyzovaných odpovídající mřížkovým parametrům odvozeným ze struktury čistě fosforem bohaté fáze uváděné v práci Millera a Taylora (1986). Saléity z blízkého výskytu Rýžoviště, uváděné Sejkorou et. al. (1998) mají objem základní buňky výrazně větší (cca o 18 Å³), přičemž autoři uvádějí, že nepozorovali v jimi analyzovaných saléitech obsahy nováčekitové komponenty.



Obr. 27. Agregát žlutých krystalů saléitu narůstající na hnědý až bezbarvý saléit. Foto J. Sejkora, velikost delší strany obrázku 2.3 mm



Obr. 28. Srostlice hnědých krystalů saléitu. Foto J. Sejkora, velikost hrany obrázku 2.3 mm



Obr. 29. Světlé tabulky saléitu obtékané tmavším limonitem. Foto J. Sejkora a R. Škoda, snímek BSE

Tab. 30. *Výsledky chemických bodových analýz saléitu z Medvědína*

	průměr	1	2	3	4
Na ₂ O	0.03	0.05	0.09	0.01	0.00
K ₂ O	0.09	0.04	0.08	0.26	0.14
CaO	0.36	0.11	0.80	0.34	0.93
FeO	0.06	0.00	0.31	0.10	0.01
BaO	0.05	4.90	0.04	0.00	0.07
MgO	4.22	0.44	2.85	4.50	3.59
PbO	0.89	0.44	5.57	1.99	0.52
CuO	0.42	0.03	2.12	0.49	0.00
ZnO	0.07	0.12	0.08	0.02	0.34
Al ₂ O ₃	0.03	0.00	0.03	0.00	0.00
Bi ₂ O ₃	0.11	0.00	0.00	0.44	0.34
SiO ₂	0.11	0.00	0.19	0.26	0.23
As ₂ O ₅	2.45	2.60	2.36	2.22	0.64
P ₂ O ₅	14.55	15.63	13.18	14.69	14.75
V ₂ O ₅	0.03	0.00	0.03	0.00	0.02
SO ₃	0.10	0.00	0.24	0.36	0.06
UO ₃	68.02	72.01	65.83	70.43	65.26
H ₂ O*	20.97	22.16	20.18	21.75	19.93
total	112.58	118.53	113.97	117.85	106.82
Na	0.0098	0.0138	0.0285	0.0019	0.0000
K	0.0173	0.0072	0.0160	0.0477	0.0273
ΣM⁺	0.0271	0.0210	0.0445	0.0496	0.0273
Ca	0.0567	0.0157	0.1334	0.0513	0.1522
Fe	0.0069	0.0000	0.0403	0.0121	0.0011
Ba	0.0030	0.0000	0.0021	0.0000	0.0039
Mg	0.9122	1.0009	0.6636	0.9489	0.8164
Pb	0.0354	0.0163	0.2344	0.0758	0.0213
Cu	0.0469	0.0034	0.2509	0.0524	0.0000
Zn	0.0077	0.0119	0.0087	0.0018	0.0384
ΣM²⁺	1.0689	1.0483	1.3334	1.1423	1.0335
Al	0.0054	0.0000	0.0061	0.0000	0.0000
Bi	0.0042	0.0000	0.0000	0.0161	0.0134
ΣM³⁺	0.0096	0.0000	0.0061	0.0161	0.0134
ΣA site	1.1056	1.0693	1.3840	1.2080	1.0741
Si	0.0163	0.0000	0.0297	0.0371	0.0349
As	0.1853	0.1862	0.1929	0.1645	0.0511
P	1.7838	1.8138	1.7454	1.7605	1.9052
V	0.0033	0.0000	0.0033	0.0000	0.0024
S	0.0113	0.0000	0.0286	0.0379	0.0064
ΣT site	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000
U	2.0776	2.0729	2.1628	2.0951	2.0918
H ₂ O*	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00

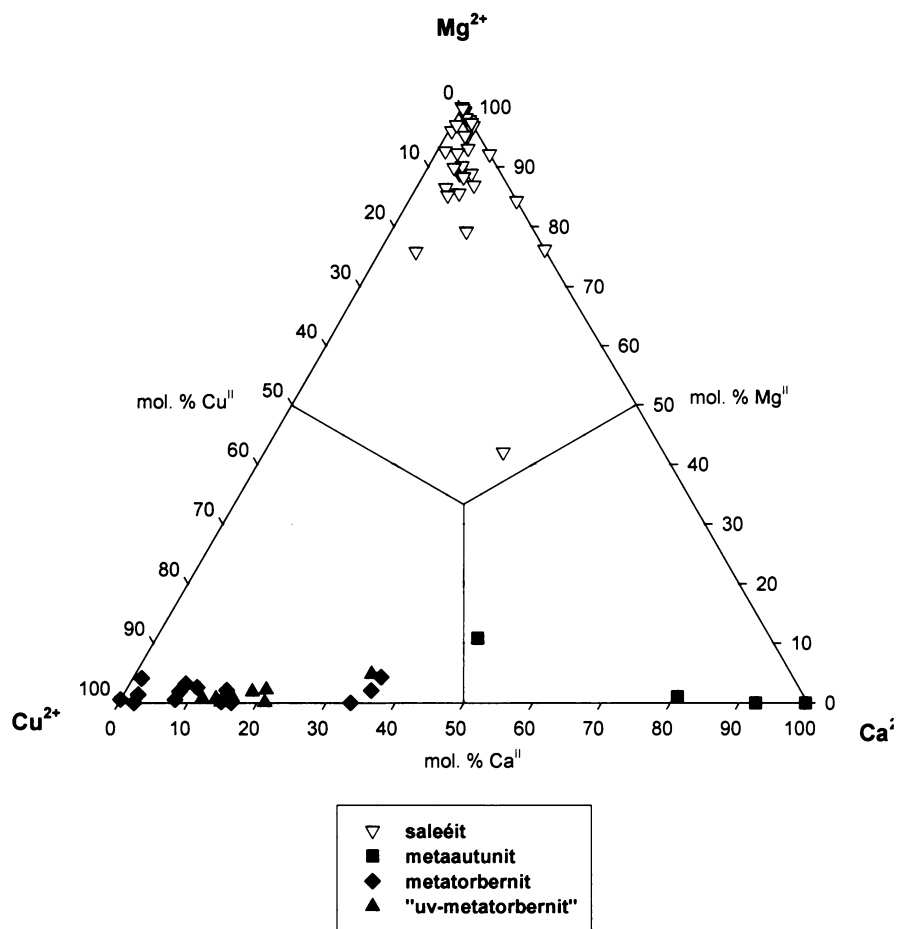
průměr- průměr 36 bodových analýz saléitu z Medvědína

1-4 reprezentativní bodové analýzy saléitu z Medvědína

H₂O – obsah vody dopočten na základě obsahu 10 H₂O v ideálním vzorci saléitu

analýza J. Sejkora a R. Škoda, výpočet J. Plášil

Obr. 30. Ternární diagram minerálů skupiny autunitu z ložiska Medvědin



Tab. 31. *Práškový difrakční záznam saléitu z Medvědína*

¹⁾ <i>d_{obs}</i>	¹⁾ <i>I_{rel}</i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	¹⁾ <i>d_{calc}</i>	²⁾ <i>d_{obs}</i>	²⁾ <i>I_{rel}</i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	²⁾ <i>d_{calc}</i>
9.947	100	0	2	0	9.973	9.956	100	0	2	0	9.972
4.983	22	0	4	0	4.987	4.986	21	0	4	0	4.986
4.947	2	1	0	-2	4.943	4.947	<1	1	0	-2	4.950
						4.905	<1	1	0	0	4.903
						4.819	<1	0	3	1	4.815
						3.955	<1	1	3	0	3.946
						3.495	<1	0	0	2	3.492
3.478	2	2	0	-2	3.476	3.480	<1	2	0	-2	3.475
3.460	2	0	5	1	3.461	3.465	<1	0	5	1	3.464
3.323	2	0	6	0	3.324	3.325	1	0	6	0	3.324
3.099	<1	1	1	-3	3.087						
2.6344	1	0	7	1	2.6371	2.6414	<1	0	7	1	2.6381
2.4928	3	0	8	0	2.4933	2.4940	2	0	8	0	2.4931
2.2050	<1	3	0	-4	2.2051	2.2049	<1	3	0	-4	2.2053
						2.1594	<1	1	2	-4	2.1610
2.1409	2	3	2	-2	2.1410						
2.1133	1	0	9	1	2.1119	2.1086	<1	1	7	-3	2.1076
						2.1007	<1	3	4	-3	2.1011
2.0024	<1	3	5	-3	2.0037	2.0043	<1	3	5	-3	2.0035
1.9945	1	0	10	0	1.9947	1.9954	4	0	10	0	1.9947
1.8495	<1	1	10	0	1.8472						
1.8067	<1	1	9	-3	1.8077						
1.7325	<1	4	1	-4	1.7313						
1.6657	1	4	2	-5	1.6663						
1.6623	1	3	6	-1	1.6627	1.6627	<1	3	6	-1	1.6640
1.6588	<1	4	2	-3	1.6588						
1.5746	<1	1	12	0	1.5740						

¹⁾saléit – hnědý, 7°-60° 2 Θ , automatická clona 10 mm², integrovaný krok 0.02°/150 s rotovaný vzorek (frekvence = 2 s)

²⁾saléit – žlutý, 5°-60° 2 Θ , automatická clona 10 mm², integrovaný krok 0.02°/150 s, rotovaný vzorek (frekvence = 2 s)

profilová funkce Pearson VII

Tab. 32. *Mřížkové parametry saléitu z Medvědína (prostorová monoklinická grupa P2₁/c)*

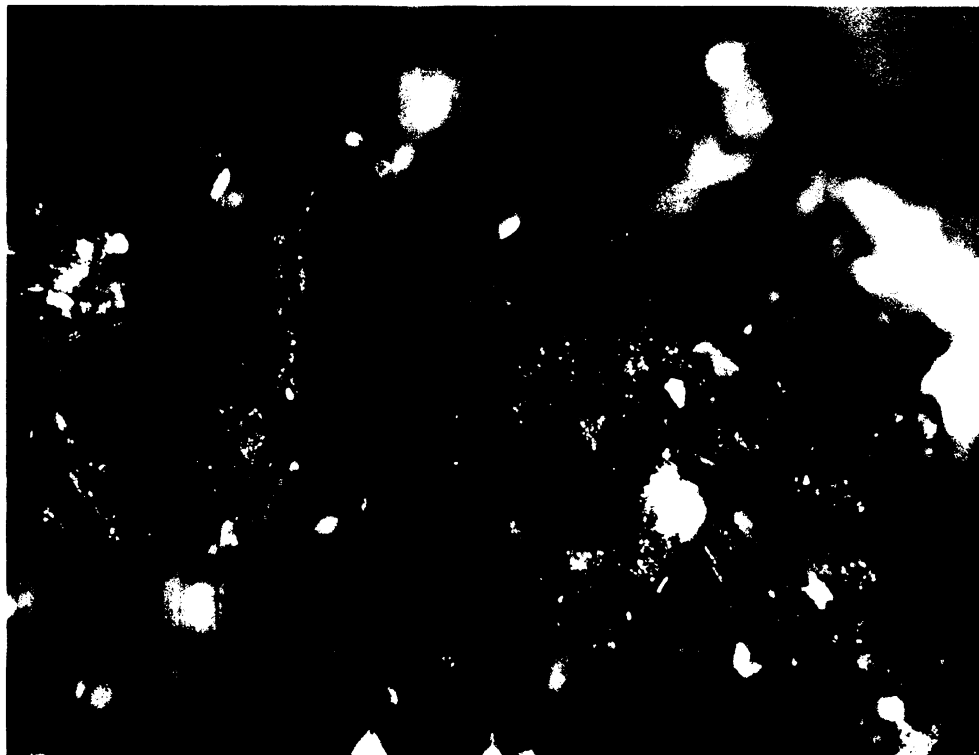
	Medvědín, tato práce (2007)	Medvědín, tato práce (2007)	Ranger I mine, Miller a Taylor (1986)	Rýžoviště, Sejkora et al. (1998)
<i>a</i> [Å]	6.952(8)	6.951(9)	6.951	7.016(7)
<i>b</i> [Å]	19.947(4)	19.945(8)	19.947	19.99(1)
<i>c</i> [Å]	9.89(1)	9.90(1)	9.896	10.045(9)
β [°]	135.24(4)	135.14(4)	135.17	135.67(3)
<i>V</i> [Å ³]	965(3)	968(3)	967.34	985(2)
	hnědý saléit	žlutý saléit		

Torbernit/Metatorbernit

Je poměrně hojně zastoupeným minerálním druhem, asociuje víceméně se všemi dalšími popsányými minerály. Většinou má, ve srovnání s autunitem, tmavěji zelenou barvu. Minerály tvoří jak tetragonální tabulkovité krystaly (prisma+ báze), tak i často dobře vyvinuté krystaly dipyramidální (tetragonální dipyramida+báze) do velikosti 2 mm. Místy tvoří metatorbernit zonálně vyvinuté tabulkovité krystalky, kde se střídají zóny zelené (metatorbernit) a hnědé (saléit) (obr. 31).

Empirický vzorec metatorbernitů z Medvědína byl odvozen z průměru 14 bodových analýz (tab. 33) (na základě $P+As+Si+S=2$ *apfu*): $(Cu_{0.84}Ca_{0.13}Mg_{0.02}K_{0.01})_{\Sigma 1.00}(UO_2)_{2.03}[(PO_4)_{1.71}(AsO_4)_{0.27}(SiO_4)_{0.01}(SO_4)_{0.01}]_{\Sigma 2.00} \cdot 8H_2O$. Je patrné (viz. ternární diagram autunitové skupiny), že metatorbernit z Medvědína obsahuje poměrně velký podíl autunitové komponenty a většina metatorbernitů má zvýšené obsahy As, zhruba do 0.5 *apfu* (řada torbernit-zeunerit).

Prášková difrakční data metatorbernitů z Medvědína (tab. 34) velmi dobře odpovídají datům uváděným v literatuře (obr. 32). Mřížkové parametry metatorbernitů z Medvědína (tab. 35), ač i přes faktickou přítomnost zeuneritové respektive metazeuneritové komponenty v analyzovaném materiálu, odpovídají mřížkovým parametrům udávaných Locochem a Burnsem (2003) z krystalové struktury koncového členu.



Obr. 31. Zóny saléitu (hnědý) se střídají se zónami torbernit/metatorbernitů. Foto J.Sejkora, velikost hrany obrázku 2 mm

Tab. 33. *Výsledky bodových analýz metatorbernitů z Medvědína*

	1	2	3	4	5	6
K ₂ O	0.07	0.15	0.00	0.00	0.01	0.03
CaO	0.80	0.53	0.17	0.00	0.51	2.59
MgO	0.07	0.10	0.08	0.02	0.09	0.11
CuO	7.68	6.51	11.19	8.42	8.34	6.45
SiO ₂	0.06	0.10	0.05	0.14	0.09	0.09
As ₂ O ₅	3.63	2.11	2.11	6.41	1.01	2.59
P ₂ O ₅	13.90	14.73	15.90	12.03	16.46	13.78
SO ₃	0.05	0.00	0.07	0.00	0.25	0.11
UO ₃	66.57	66.50	68.76	67.36	68.20	63.14
H ₂ O*	16.63	16.22	18.00	16.46	17.52	16.27
total	109.46	106.95	116.34	110.86	112.47	105.16
K	0.0130	0.0281	0.0000	0.0000	0.0012	0.0060
ΣM⁺	0.0130	0.0281	0.0000	0.0000	0.0012	0.0060
Ca	0.1266	0.0826	0.0253	0.0000	0.0745	0.4209
Mg	0.0160	0.0215	0.0167	0.0052	0.0178	0.0242
Cu	0.8398	0.7176	1.1522	0.9294	0.8554	0.7391
ΣM²⁺	0.9824	0.8217	1.1942	0.9346	0.9477	1.1842
Σ A site	0.9955	0.8498	1.1942	0.9346	0.9489	1.1902
Si	0.0083	0.0142	0.0065	0.0210	0.0119	0.0141
As	0.2772	0.1612	0.1507	0.4901	0.0715	0.2053
P	1.7070	1.8200	1.8355	1.4889	1.8914	1.7687
S	0.0053	0.0000	0.0073	0.0000	0.0251	0.0120
Σ T site	1.9978	1.9954	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000
U	2.0312	2.0384	1.9693	2.0680	1.9449	2.0116
H ₂ O	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00

1-průměr 14 bodových analýz metatorbernitů z Medvědína

2-6 reprezentativní bodové analýzy metatorbernitů z Medvědína

H₂O—obsah vody dopočten na základě obsahu 8 H₂O v ideálním vzorci metatorbernitů
analýza J. Sejkora a R. Škoda, výpočet J. Plášil

Tab. 34. *Práškový difrakční záznam metatorbernitů a tzv. „uv-metatorbernitů“ z Medvědina*

$d_{obs}^{1)}$	$I_{rel}^{1)}$	h	k	l	$d_{calc}^{1)}$	$d_{obs}^{2)}$	$I_{rel}^{2)}$	h	k	l	$d_{calc}^{2)}$
8.651	100	0	0	2	8.662	8.657	100	0	0	2	8.667
5.432	1	1	0	2	5.433						
4.987	<1	1	1	0	4.933						
4.329	15	0	0	4	4.331	4.331	7	0	0	4	4.333
3.678	7	1	0	4	3.68	3.678	1	1	0	4	3.675
3.488	1	2	0	0	3.488						
3.235	1	2	0	2	3.236						
2.9317	<1	1	2	2	2.9353						
2.8877	<1	0	0	6	2.8873						
2.7182	1	2	0	4	2.7166						
2.6679	2	1	0	6	2.6679	2.6685	<1	1	0	6	2.6666
2.5335	<1	1	2	4	2.5315						
2.4935	<1	1	1	6	2.4919						
2.2073	<1	3	1	0	2.2061						
2.1658	22	0	0	8	2.1655	2.1661	4	0	0	8	2.1667
						2.1486	<1	3	0	3	2.1456
2.1166	<1	2	1	6	2.1191	2.116	<1	2	1	6	2.1135
							<1	1	2	6	2.1135
2.0686	1	1	0	8	2.0681	2.0689	<1	1	0	8	2.068
2.0498	<1	3	0	4	2.0488						
1.9834	1	1	1	8	1.9829	1.9845	<1	1	1	8	1.9817
1.8399	<1	2	0	8	1.8398	1.8394	<1	2	0	8	1.8373
1.8104	<1	3	0	6	1.8111	1.8068	<1	3	0	6	1.8045
1.7328	2	0	0	10	1.7324	1.733	1	0	0	10	1.7333
							1	4	0	0	1.7331
						1.635	<1	1	1	10	1.6342
						1.444	<1	0	0	12	1.4444
						1.414	<1	2	2	10	1.4152
							<1	4	2	5	1.4151
							<1	2	4	5	1.4151
						1.386	<1	3	0	10	1.3866
						1.219	<1	1	0	14	1.2188
						1.083	<1	0	0	16	1.0833
						1.07	<1	1	0	16	1.0703

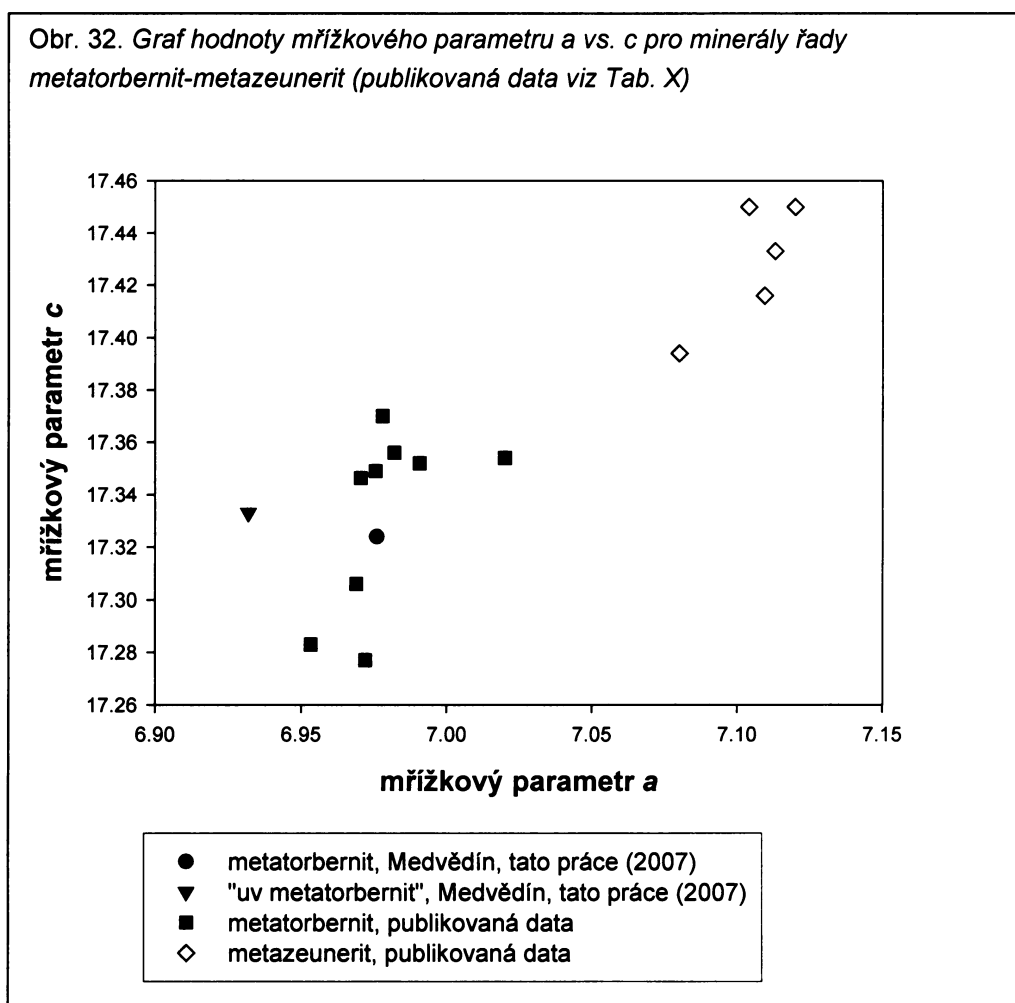
¹⁾metatorbernit, 5°-60° 2 Θ , automatická clona 5 mm², integrovaný krok 0.02°/150 s, rotovaný vzorek (frekvence = 2 s), profilová funkce Pearson VII

²⁾tzv. „uv-metatorbernit“, 8°-100° 2 Θ , fixní clona 1°, integrovaný krok 0.05°/350s, rotovaný vzorek (frekvence = 2 s), profilová funkce Pearson VII

Tab. 35. Mřížkové parametry metatorbernitů z Medvědína ve srovnání s parametry pro metatorbernit a metazeunerit z jiných lokalit (pro tetragonální prostorovou grupu P4/n)

minerál	lokalita	literatura	a [Å]	c [Å]	V [Å ³]
metatorbernit, P>As	Medvědína	tato práce (2007)	6.976(2)	17.324(3)	843.1(4)
UV-metatorbernit	Medvědína	tato práce (2007)	6.932(3)	17.333(3)	833.0(6)
metatorbernit	synt.	Locock a Burns (2003)	6.9756	17.349	844.2(1)
metatorbernit, P	Rýžoviště	Sejkora et al. (1994)	6.9533(8)	17.283(3)	835.6
metatorbernit, P>As	Horní Halže	Sejkora et al. (in prep.)	6.9907(8)	17.352(2)	848.1(1)
metatorbernit, P>>As	Příbram	Ondruš a Hyršl (1989)	7.020(1)	17.354(3)	855.2
metatorbernit	H. Slavkov	Plášil et al. (2006)	6.9705(7)	17.3464(8)	842.8
metatorbernit, P	Jáchymov	Ondruš et al. (1997)	6.978(3)	17.37(1)	845.8
metatorbernit, P	Jáchymov	Ondruš et al. (1997)	6.982(1)	17.356(5)	846.1
metatorbernit, P	Schneeberg	Ross et al. (1964)	6.969(1)	17.306(1)	840.5
metatorbernit, P	Vathi, Greece	Stergiou et al. (1993)	6.972(1)	17.277(8)	839.8
metazeunerit, As	synt.	Locock - Burns (2003)	7.1094(1)	17.416(1)	880.3(1)
metazeunerit, As	Majuba Hill	Ross et al. (1964)	7.12	17.45	884.6
metazeunerit, As		Walenta (1965)	7.104	17.45	880.6
metazeunerit, As>P	Cínovec	Jansa et al. (1998)	7.080(2)	17.394(5)	871.9
metazeunerit, As	Jáchymov	Ondruš et al. (1997)	7.113(1)	17.433(3)	882.0

Obr. 32. Graf hodnoty mřížkového parametru a vs. c pro minerály řady metatorbernit-metazeunerit (publikovaná data viz Tab. X)



Metatorbernit vykazující fluorescenci v krátkovlnném UV záření

Tato vlastnost částí vzorků metatorbernitů z Medvědína byla zjištěna po ozáření vzorků krátkovlnným UV zářením (254 nm). RTG difrakční analýzou byly luminiskující agregáty identifikovány jako metatorbernit. Místy tento metatorbernit tvoří krystalické povlaky (krystalky tabulkovitěho habitu do 2 mm) světlejší barvy, na ploše až několika cm² na puklinách s limonitem. Luminiscence je světle zelené barvy, nepříliš patrná.

Z chemického hlediska lze tento druh charakterizovat následovně: $(\text{Cu}_{0.76}\text{Ca}_{0.17}\text{K}_{0.02}\text{Mg}_{0.01}\text{Fe}_{0.01}\text{Zn}_{0.01}\text{Pb}_{0.01})_{\Sigma 0.99}(\text{UO}_2)_{2.06}[(\text{PO}_4)_{1.78}(\text{AsO}_4)_{0.18}(\text{SiO}_4)_{0.02}(\text{SO}_4)_{0.01}(\text{VO}_4)_{0.01}]_{\Sigma 2.00} \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ (průměr 8 bodových analýz (tab. 36), báze 2 aniontů (P+As+Si+S+V=2)). Všechny analyzované metatorbernity z Medvědína, které luminiscenci vykazují mají podíl Ca²⁺ iontů, avšak i další metatorbernity z Medvědína, které však luminiscenci nevykazují, mají podíl Ca²⁺ iontů výrazně vyšší. Není tedy přesně jasné, co aktivaci luminiscence u těchto metatorbernitů způsobuje.

Z práškových difrakčních dat (tab. 34) je patrné, že v separovaných vzorcích tzv. „uv-metatorbernitů“ podrobených analýze je přítomna ještě minoritně další fáze, odpovídající neznámé, méně hydratované fázi, než je metatorbernit (asymetrie reflexe 002 do nižších *d*). Vypřesněné mřížkové parametry ukazují (obr. 32), že studovaný metatorbernit se dosti odlišuje i svými mřížkovými parametry od ostatních známých metatorbernitů.

Bylo by vhodné uv-metatorbernit podrobit termické analýze a IR/Raman studiu (jistou roli v luminiscenci by mohlo sehrát uspořádání molekul vody a vodíkových vazeb ve struktuře metatorbernitů) ve srovnání se vzorky metatorbernitů z jiných lokalit.



Obr. 33. Agregáty tabulkovitých krystalů „UV-metatorbernitů“. Foto J. Sejkora, velikost delší strany obrázku je 2.3 mm

Tab. 36. *Výsledky chemických bodových analýz UV aktivního metatorbernitů z Medvědína*

	1	2	3	4	5
K ₂ O	0.08	0.08	0.16	0.07	0.13
CaO	0.97	0.76	1.10	0.84	0.86
FeO	0.08	0.19	0.08	0.00	0.23
MgO	0.05	0.04	0.11	0.03	0.04
PbO	0.20	0.12	0.27	0.29	0.37
CuO	6.34	5.65	2.79	7.48	9.08
ZnO	0.08	0.00	0.00	0.05	0.00
SiO ₂	0.13	0.37	0.07	0.28	0.00
As ₂ O ₅	2.15	1.94	2.27	2.08	0.70
P ₂ O ₅	13.17	13.13	12.53	12.90	15.91
V ₂ O ₅	0.05	0.20	0.00	0.15	0.00
SO ₃	0.07	0.00	0.10	0.00	0.15
UO ₃	61.18	61.48	60.61	61.70	66.72
H ₂ O*	15.05	14.90	13.89	15.17	17.14
total	99.60	98.85	93.99	101.05	111.31
K	0.0162	0.0160	0.0342	0.0148	0.0229
ΣM⁺	0.0162	0.0160	0.0342	0.0148	0.0229
Ca	0.1668	0.1293	0.1980	0.1460	0.1314
Fe	0.0103	0.0248	0.0106	0.0000	0.0272
Mg	0.0121	0.0087	0.0280	0.0079	0.0088
Pb	0.0087	0.0049	0.0123	0.0126	0.0143
Cu	0.7644	0.6758	0.3530	0.9129	0.9838
Zn	0.0101	0.0000	0.0000	0.0063	0.0000
ΣM²⁺	0.9722	0.8435	0.6020	1.0858	1.1655
ΣA site	0.9885	0.8595	0.6361	1.1006	1.1883
Si	0.0218	0.0578	0.0121	0.0451	0.0000
As	0.1818	0.1608	0.1990	0.1757	0.0526
P	1.7830	1.7604	1.7764	1.7631	1.9318
V	0.0053	0.0208	0.0000	0.0161	0.0000
S	0.0081	0.0002	0.0126	0.0000	0.0156
ΣT site	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000
U	2.0600	2.0447	2.1313	2.0929	2.0101
H ₂ O	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00

1-průměr 8 bodových analýz

2-5 reprezentativní bodové analýzy

H₂O—obsah vody dopočten na základě obsahu 8H₂O v ideálním vzorci metatorbernitů

analýza J. Sejkora a R. Škoda, výpočet J. Plášil

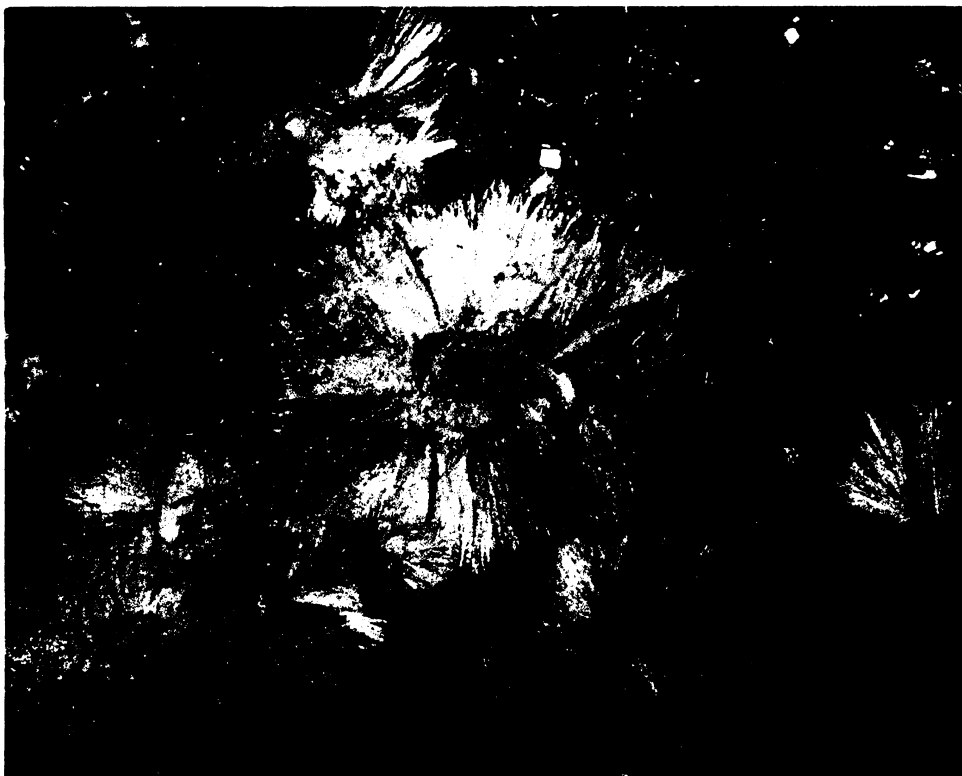
Uranofán

Uranofán nalezený v haldovém materiálu na odvalech ložiska Medvědin popisují Pauliš et al. (2005), kteří uvádějí jeho ED analýzu a konstatují shodu difrakčních dat s údaji publikovanými pro tento minerální druh v literatuře.

V rámci výzkumu supergenní mineralizace na vzorcích ze štoly č. 1 byl uranofán zjištěn buď jako tvořící masivní hnědé, červené až oranžové partie „gumitů“, tedy dříve všeobecně pokládaných rentgenamorfních masivních agregátů uranových minerálů, nebo byl nalézán jako kulovité agregáty žluté barvy v blízkosti kasolitu a churchitu-(Y). Místy uranofán obrůstá masivní agregáty kasolitu oranžové barvy, přičemž kolem nich tvoří radiálně uspořádané agregáty, složené z jehlicovitých krystalů (obr. 35). Na některých vzorcích tvoří dobře vyvinuté dlouze jehlicovité krystaly, které tvoří husté krystalické agregáty žluté barvy (podobné agregátům fosfuranylitu). Velikost krystalů dosahuje 2.5 mm.

ED analýza uranofánu z Medvědína (morfologický vzorek), ukázala jen podstatné obsahy Ca, U a O.

Práškový difrakční záznam (tab. 37) uranofánu z Medvědína dobře odpovídá publikovaným datům pro uranofán z jiných lokalit i teoretickým datům odvozených z vyřešené krystalové struktury uranofánu (Ginderów 1988). V porovnání s jinými uranofány se uranofán z Medvědína svými mřížkovými parametry (tab. 38) blíží spíše vzorkům z blízkého rudního výskytu Rýžoviště u Harrachova (Sejkora et al. 1994).



Obr. 35. Paprsčitý (dlouze jehlicovité krystaly) uranofán obrůstá kasolit (středy agregátů) v asociaci s torbernitem (zelený) a fosfuranylitem (levý horní roh-oranžový, M25). Foto J. Sejkora, velikost delší strany obrázku je 7.8 mm

Tab. 37. *Práškový difrakční záznam uranofánu z ložiska Medvědin*

d_{obs}	I_{rel}	h	k	l	d_{calc}	d_{obs}	I_{rel}	h	k	l	d_{calc}
7.908	100	2	0	0	7.902	2.2085	2	0	0	3	2.2078
6.621	5	0	0	1	6.623	2.1061	1	6	2	0	2.1061
5.422	6	2	0	-1	5.424	2.1003	2	6	1	-2	2.1001
4.785	5	2	0	1	4.788	2.0696	1	6	2	-1	2.0682
4.295	1	2	1	-1	4.291	2.0605	2	2	0	3	2.0601
3.952	66	4	0	0	3.951	2.0403	1	4	0	-3	2.0399
3.600	9	4	0	-1	3.599	1.9766	15	8	0	0	1.9755
3.508	1	0	2	0	3.507	1.9624	7	8	0	-1	1.9620
3.211	4	2	2	0	3.205	1.9138	2	1	3	-2	1.9128
2.9941	2	0	1	2	2.9946	1.8900	1	4	3	1	1.8917
2.9252	5	4	1	1	2.9258	1.8755	2	6	1	2	1.8746
2.8268	<1	2	2	1	2.8291	1.8320	1	4	0	3	1.8315
2.6349	19	6	0	0	2.6340	1.8079	<1	6	0	-3	1.8079
2.5586	4	6	0	-1	2.5609	1.7553	1	3	3	2	1.7552
2.5299	1	4	1	-2	2.5294	1.7422	6	8	1	-2	1.7429
2.5119	<1	4	2	-1	2.5116	1.7124	2	8	2	-1	1.7123
2.4072	1	6	1	-1	2.4056	1.6639	1	3	4	0	1.6637
2.3489	1	5	2	0	2.3479	1.6551	3	6	3	1	1.6567
2.2668	1	4	1	2	2.2655	1.5956	3	6	0	3	1.5959
2.2267	1	6	1	1	2.2266	1.5824	6	10	0	-1	1.5829

3°-60° 2 Θ , automatická clona 10 mm², integrovaný krok 0.05°/100s, rotovaný vzorek (frekvence = 2 s), profilová funkce Pearson VII

Tab. 38. *Mřížkové parametry uranofánu z Medvědina (monoklinická prostorová grupa P2₁)*

	Medvědin, tato práce (2007)	Bois Noir, Ginderów (1988)	Rýžoviště, Sejkora et al. (1994)	Slavkovice, Sejkora et al. (1997)
a [Å]	15.931(3)	15.909(6)	15.968(9)	15.928(6)
b [Å]	7.019(2)	7.002(3)	7.024(3)	7.002(3)
c [Å]	6.677(1)	6.665(3)	6.680(3)	6.637(2)
β [°]	97.24(2)	97.27	97.12(5)	97.04(4)
V [Å ³]	740.1(2)	736.48	743.4	734.7(4)

Závěr

Minerální asociace supergenních minerálů uranu z ložiska Medvědin představuje typickou asociaci supergenních minerálů uranylu (fosfátů a silikátů). Ložisko Medvědin je v rámci České Republiky podobné svou mohutně vyvinutou oxidační zónou Jáchymovu (Rovnost), Cínovci nebo Moldavě, neboť supergenní minerály, které byly i předmětem těžby uranu v 50. letech, byly nalézány v celém hloubkovém profilu ložiska, tedy přes 350 m. Předmětem této práce byl výzkum a revize uranových fází na vzorcích pocházejících zejména ze štoly č. 1. Popsaná asociace převážně fosfátů uranylu je zajímavá zejména bohatým zastoupením Pb - fází (parsonsit, kasolit, dewindtit, nepomenovaný Pb,Ce-U fosfát, pyromorfit, plumbogummit), které z části představují produkty akumulace přeroděleného radiogenního olova při alteraci primární U – mineralizace. Sukcesí vztahy jsou většinou při popisu supergenní mineralizace poněkud nejisté. Jistou obecnou charakteristiku sukcese navrhnout lze, quartz→ unnamed phase-(*REE*),churchit-(Y)→(fosfáty U a silikáty U) torbernit-saléit (hnědý)-saléit (žlutý)-pyromorfit-parsonsit atd...→fosfuranylit/dewindtit→limonit. Problematické je vzájemné porůstání fází, které se tak jeví na různých vzorcích jako odlišně staré. Všechny popisované supergenní minerály jsou vázány na výskyt v supergenní zóně in-situ bez přínosu hydrotermálních fluid. Otázkou je vznik Bi-oxidických fází, kde mohla jistou roli hrát pozdní hydrotermální aktivita. Žádné sub/recentní minerály, vázané na zvětrávání primární mineralizace v opuštěných důlních dílech či v haldovině, na lokalitě nalezeny nebyly.

Zjištěné minerální fáze z ložiska Medvědin byly již většinou na území ČR nalezeny, ale bohatostí vzorků a poměrnou pestrostí asociace vynikají nad řadu lokalit Českého masivu. Mezi nejzajímavější patří bohaté vzorky supergenních fází obsahujících (*REE*), jako agardit-(Y) a churchit-(Y) a bohaté vzorky minerálů skupiny dewindtitu-fosfuranylitu a zvláště bohaté ukázky parsonsitu.

Řada ze zjištěných minerálních fází заслужuje další výzkum, zahrnující zejména IR a Raman spektroskopii a termální analýzu. Výsledky těchto výzkumů mohou výrazně přispět k poznání krystalochemie minerálů obsahujících uranyl, $(\text{UO}_2)^{2+}$ a více přiblížit složité přírodní mechanismy alterace primární U mineralizace.

Literatura

- Artl T., Ambruster T., 1999. Single X-ray structure refinement of cornwallite, $\text{Cu}_5(\text{AsO}_4)_2(\text{OH})_4$: A comparison with its polymorph cornubite and the PO_4 -analogue pseudomalachite. *N. Jb. Miner. Mh.* **10**, 468-480.
- Anthony J. W., Bideaux R. A., Bladh K. W., Nichols M. C., 2000. Handbook of Mineralogy IV, Arsenates, Phosphates, Vanadates. Mineral Data Publishing, Tucson, Arizona, 680 p.
- Aruga A., Nakai I., 1985. Structure of Ca-rich agardite. *Acta Cryst.* **C41**, 161-163.
- Burnham Ch. W., 1962. Lattice constant refinement. *Carnegie Inst. Washington Year Book* **61**, 132-135.
- Burns P. C., 2000. A new uranyl phosphate chain in the structure of parsonsite. *Amer. Miner.* **85**, 801-805.
- Coutinho J. M. V., Atencio D., 2000. Phosphuranylite from Minas Gerais, Brazil and its identity with yingjiangite. In: 4th International Mineralogy in Museums Conference, Melbourne, 35.
- Čejka J., 1999. Infrared spectroscopy and thermal analysis of the uranyl minerals. *Rev. Mineral.* **38**, 521-622.
- Dai Y. S., Hughes J. M., 1989. Crystal – structure refinements of vanadinite and pyromorphite. *Canad. Min.* **27**, 189-192.
- Demartin F., Diella V., Donzelli S., Gramaciolli C. M., Pilati T., 1991. The importance of accurate crystal structure determination of uranium minerals. I. Phosphuranylite $\text{KCa}(\text{H}_3\text{O})_3(\text{UO}_2)_7(\text{PO}_4)_4\text{O}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$. *Acta Crystallogr.* **B47**: 439-466.
- Dietrich J. É., Orlic M., Permingeat F., 1969. L'agardite, une nouvelle espèce minérale, e tle problème du chlorotile. *Bull. Soc. fr. Minéral. Cristallogr.* **92**, 420-434.
- Fronde l C., 1958. Studies of uranium minerals (IX); saléeite and novacekite. *Amer. Miner.* **36**, 680-686.
- Ginderów D., 1988. Structure de l'uranophane alpha, $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{SiO}_3\text{OH})_2 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$. *Acta Cryst.* **C44**, 421-424.
- Hoggart D. D., Nuffield E. W., 1954. Studies of radioactive compounds: VII - phosphuranylite and dewindtite. *Amer. Miner.*, 444-447.
- Jansa J., Novák F., Pauliš P., Scharmová M., 1998. Supergenní minerály Sn- W ložiska Cínovec, Krušné hory (Česká Republika). *Bull. mineral. - petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **6**, 83-101.
- Kohlmann M., Sowa H., Reithmayer K., Schulz H., Kruger R. R., Abriel W., 199.: Structure of a $\text{Y}_{(1-x)}(\text{Gd}, \text{Dy}, \text{Er})_x\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ microcrystal using synchrotron radiation. *Acta Cryst.* **C50**, 1651-1652.
- Locock A. J., 2004. Crystal chemistry of uranyl phosphates, arsenates and oxysalts of chromium(V): implications for remediation.- MS disertační práce, University of Notre Dame, 1- 477.

- Locock A. J., Burns P. C., 2003. Crystal structures and synthesis of the copper – dominant members of the autunite and meta-autunite groups: torbernite, zeunerite, metatorbernite and metazeunerite. *Canad. Miner.* **41**, 498-502.
- Locock A. J., Burns P. C., Flynn T. M., 2005. The role of water in the structures of synthetic hallimondite, $Pb_2[(UO_2)(AsO_4)_2](H_2O)_n$ and synthetic parsonsite, $Pb_2[(UO_2)(PO_4)_2](H_2O)_n$, $0 \leq n \leq 0.5$. *Amer. Miner.* **90** (1), 240-246.
- Makarov E. S., Ivanov V. I., 1960. Krystalová struktura meta-autunitu, $Ca(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 6H_2O$. *Doklady Akademii Nauk SSSR* **132**, 601-603. (v ruštině)
- Mereiter K., Preisinger A., 1986. Krystalstrukturdaten der Wismutminerale Atelestit, Mixit und Pucherit. *Anz. d. Österr. A. d. Wissenschaft., math.-naturwiss. Klasse* **123**, 79-81.
- Miller S. A., Taylor J. C., 1986. The crystal structure of saléeite $Mg[UO_2PO_4]_2 \cdot 10H_2O$. *Zeit. Krist.* **177**, 247-253.
- Modreski P.J., 1983. Agardite-(La), a chemically complex rare-earth arsenate from the Gallinas district, Lincoln Co., New Mexico. In: Antony J.W. (Ed.), Oxidation Mineralogy of base metal deposits: Fifth Joint Mineralogical Society of America-Friends of Mineralogy Symposium, Tuscon, Arizona.
- Mrázek Z., Novák M., 1984. Sekundární minerály ze Zálesí a Horních Hoštic v Rychlebských horách, severní Morava. *Čas. Morav. Muz. (Brno), Vědy přír.* **69**, 7-35.
- Olmi F., Sabelli C., Trosti-Ferroni R., 1991. A contribution to the crystal chemistry of mixite group minerals from Sardinia (Italy). *N. Jb. Miner. Mh.* **11**, 487-499.
- Ondruš P., Hyršl J., 1989. New finds and revision of secondary minerals from Příbram district. *Acta Univ. Carol. (Praha), Geol.*, 521-533.
- Ondruš P., Veselovský F., Hloušek J., Skála R., Vavřín I., Frýda J., Čejka J., Gabašová A., 1997. Secondary minerals of the Jáchymov (Joachimsthal) ore district. *J. Czech geol. Soc.* **42**, 4, 3-76.
- Ondruš P., Veselovský F., Gabašová A., Hloušek J., Šrein V., Vavřín I., Skála R., Sejkora J., Drábek M., 2003. Primary minerals of the Jáchymov ore district. *J. Czech geol. Soc.* **48**, 3-4, 19-147.
- Pauliš P., Ševců J., Novotný J., Rendl J., 1999. Saléeit a minerál izomorfní řady fosfuranilyt-yingjiangitové z uranového ložiska Kladská u Mariánských Lázní. *Věst. Čes. geol. Úst.* **74**, 1, 47-49.
- Pauliš P., Kopecký S., Novák F., 2005. Uranofán z ložiska uranových rud Medvědin u Špindlerova Mlýna. *Opera Corcontica* **42**, 69-72.
- Peacor D. R., Dunn P. J., 1982. Petersite, a REE and phosphate analog of mixite. *Amer. Miner.* **67**, 1039-1042.
- Piret P., Deliens M., 1980. Nouvelles données sur la saléeite holotype de Shinkolobwe. *Bull. Minéral.* **103**, 630-632.
- Piret P., Piret-Meunier J., M. Deliens, 1990. Composition chimique et structure cristalline de la dewindtite $Pb_3[H(UO_2)_3O_2(PO_4)_2]_2 \cdot 12H_2O$. *Eur. J. Mineral.* **2**, 399-405.

- Piret P., Piret-Meunier J., 1991. Composition chimique et structure cristalline de la phosphuranylite $\text{Ca}(\text{UO}_2)[(\text{UO}_2)_3(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_2]_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$. *Eur. J. Mineral.* **3**, 69-77.
- Plášil J., Sejkora J., Ondruš P., Veselovský F., Beran P., Goliáš V., 2006. Supergene minerals in the Horní Slavkov uranium ore district, Czech Republic. *Journ. Czech Geol. Soc.* **51**, 149-158.
- Plášil J., Sejkora J., Škoda R., Goliáš V., 2006. Supergene Y, REE minerals from the Medvědí deposit, The Krkonoše (Giant) Mts., Czech Republic. *Miner. Pol. (Special papers)* **28**, 181-183.
- Pluskal O., 1993. Surovinové zdroje uranu České republiky (Světový trh s uranem a Česká republika, část II.). PpF UK, 99 s.
- Pouchou J. L., Pichoir F., 1985. "PAP" procedure for improved quantitative microanalysis. *Microbeam Analysis* **20**, 104-105.
- Rosenzweig A., Ryan R. R., 1976. Kasolite, $\text{Pb}(\text{UO}_2)(\text{SiO}_4)(\text{H}_2\text{O})$. *Crystal Struct. Comm.* **6**, 617-621.
- Ross M., Evans H. T., Appleman D. E., 1964. Studies of the torbernite minerals (II): The crystal structure of meta-torbernite. *Amer. Miner.* **49**, 1603-1621.
- Segal D. J., Santoro R. P., Newham R. E., 1966. Neutron diffraction study of $\text{Bi}_4\text{Si}_3\text{O}_{12}$. *Zeit. für Kristall.* **123**, 73-76.
- Sejkora J., 1992. Mineralogie oxidických fází s bismutem. MS DP, PpF UK, Praha.
- Sejkora J., 1993. Výskyty fosfuranylitu v České republice. In: *Sbor. V. min. cykl. sem.* (Horní Bečva), Ústí nad Labem, 97-99.
- Sejkora J., Veselovský F., Šrein V., 1994. The supergene mineralization of uranium occurrence Rýžoviště near Harrachov (Krkonoše Mts., Czech Republic). *Acta Mus. Nat. Pragae*, ser. B (Historia Nat.) **50** (1-4), 55-91.
- Sejkora J., Šrein V., 1996. Příspěvek ke krystalochemii mixitu z lokalit v Českém masivu. *Zprávy o geol. výzkumech v roce 1995*, 153-155.
- Sejkora J., Mazuch J., Abert F., Šrein V., Novotná M., 1997a. Supergenní mineralizace uranového ložiska Slavkovice na západní Moravě. *Acta Mus. Moraviae, Sci. nat.* **81**, 3-24.
- Sejkora J., Gabašová A., Novotná M., 1997b. Mixit ze Smrkovce u Mariánských Lázní. *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **4-5**, 185-187.
- Sejkora J., Čejka J., Kotrlý M., Novotná M., 1998. Saléit z odvalu uranového rudního výskytu Rýžoviště u Harrachova. *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **6**, 217-221.
- Sejkora J., Řídčkošil T., Šrein V., 1999. Zálesíte, a new mineral of the mixite group, from Zálesí, Rychlebské hory Mts., Czech Republic. *N. Jb. Miner. Abh.* **175** (2), 150-124.
- Sejkora J., Čejka J., Pauliš P., 2003. Vzácny fosfát olova a uranylu- dewindtit z uranového rudního výskytu Rýžoviště u Harrachova (Krkonoše). *Bull. mineral.- petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **11**, 177-183.

- Sejkora J., Novotný P., Novák M., Šrein V., Berlepsch P., 2005. Calciopetersite from Domašov nad Bystřicí, northern Moravia, Czech Republic, a new mineral species of the mixite group. *Can. Miner.* **43**(4), 1393-1400.
- Sejkora J., Čejka J., Šrein V., in prep. Uranyl mineralization from Horní Halže near Mědenec (Krušné hory Mountains), Bohemia, Czech Republic. *Journ. Czech Geol. Soc.*
- Sowder A.G., Clark S.B., Fjeld R.A., 2000. Dehydration of synthetic autunite hydrates. *Radiochimica Acta* **88**, 533-538.
- Stergiou A. C., Rentzeperis P. J., Sklavounos S., 1993. Refinement of the crystal structure of metatorbernite. *Zeit. Krist.* **205**, 1-7.
- Strukov N. G., 1958. Geologická zpráva k likvidaci ložiska Medvědin. MS archiv Diamo, Příbram.
- Škácha P., Sejkora J., 2001. Kasolit z Jánské žíly, Březové Hory, Příbram. *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **9**, 272-273.
- Veselý T., 1982. Malá uranová ložiska krystalických komplexů v Českém masívu. Část III.: Oblast severozápadních a severních Čech. *Geol. a hydrometalur. uranu* **6**(3), 3-46.
- Taylor S. R., McLennan S. M., 1985. The Continental Crust: its Composition and Evolution. Blackwell Scientific Publ., 321 str., Oxford.
- Thoreau J., Vaes J. F., 1932. La saléeite, nouveau mineral uranifère. *Bull. Soc. belge Géol.* **42**, 96-99.
- Walenta K., 1965a. Die Uranglimmergruppe. *Chem. Erde* **24**, 254-275.
- Walenta K., 1965b. Hallimondite, a new uranium mineral from the Michael Mine near Reichenbach (Black Forest, Germany). *Amer. Miner.* **50**, 1143-1157.
- Wise W.S., 1978. Parnauite and goudeyite, two new copper arsenate minerals from the Majuba Hill Mine, Pershing County, Nevada. *Amer. Miner.* **63**, 704-708.
- Wyckoff R. W. G., 1963. Crystal structures I. (second edition). Interscience Publishers, 7-83. New York.
- Yvon K., Jeitschko W., Parthe E., 1977. Lazy Pulverix, a computer program for calculating theoretical X-ray and neutron diffraction powder patterns. *J. Appl. Cryst.* **10**, 73-74.
- Zhangru Ch., Yuzhu H., Xiaofa G., 1990. A new mineral - yingjiangite. *Acta Mineralogica Sinica* **10**, 102-105.

